De la Haye

Dec. 1775 td Vincent

E.F

Die Drainage,

deren Theorie und Praxis.

Die Drainage,

deren Theorie und Praxis.

Vom Mecklenburger Patriotischen Verein gekrönte Preisschrift.

Von

L. Vincent,

Wiesen-Baumeister der Pommerschen ökonomischen Gesellschaft und koresp. Mitglied der Königl. Centralstelle in Würtemberg.

Harmonie zwischen Wissenschaft und Praxis
führt auf dem kürzesten Wege zum Ziel und
sichert den Erfolg.

Mit 7 Tafeln in Querfolio.

Dritte verbesserte Auflage.

Leipzig,

Baumgärtner's Buchhandlung.

1860.

Vorrede.

Seit langer Zeit ist keine für die Kultur der nassen und kalten Ländereien so wichtige Erfindung gemacht, als die Drainage mit gebrannten Thonröhren. Sie wird gewiß dazu dienen, den Reinertrag vieler Güter, ja ganzer Gegenden, um ein sehr Bedeutendes zu erhöhen, ja sie wird bei dem raschen Fortschreiten der Landwirthschaft überhaupt, bei der durch allgemeinere Anwendung künstlicher Düngungsmittel vermehrten Produktion u. s. w. vielfach sogar Lebensfrage werden. Wer nur einmal bei nassem Wetter Drainröhren hat laufen sehen, ist sicher von der Nützlichkeit dieser Melioration durchdrungen. Schon dadurch ist derselben die möglichste Verbreitung gesichert. Jetzt kommt noch hinzu, daß es Modesache ist, zu drainiren. Ueberdies glauben noch viele, daß durch Drainage allein ihre Güter das wer weiß wie Vielfache des bisherigen Ertrages geben müssen. Und doch ist in dem Drainiren nur die sicherste Art der Trockenlegung zu suchen. Es unterliegt aber gar keinem Zweifel, daß die Tragfähigkeit des Bodens, wenn auch durch Trockenlegung in der ersten Zeit, je nach der Qualität desselben, mehr oder minder gehoben, sich später allerdings auf einem etwas höheren Durchschnittswerthe erhält, als die bisherige desselben Bodens im früheren nassen Zustande war, die Dauer der höheren Erträge doch ebenso sehr von der Wirthschaftsweise abhängig bleibt als früher. Vom Drainiren wird sonst wie vom Mergeln gesagt werden können, es gebe reiche Väter und arme Söhne. Nur der Mangel an Röhren kühlt noch an vielen Orten den ersten Eifer. Verfasser erblickt in diesen Hindernissen keinen Nachtheil. Sie halten doch einigermaßen von Ueber-

stürzungen und damit auch von fehlerhaften Anlagen zurück, welche augenblicklich noch beinahe unvermeidlich sind, sobald deren Größe nur einigen Umfang gewinnt und etwas mehr ist, als ein kleiner Versuch. Die Sache selbst ist noch sehr neu, Erfahrungen darüber liegen wenige vor, Beobachtungen zwar schon in ziemlicher Zahl, allein unter einander, wie das bei landwirthschaftlichen Beobachtungen fast immer der Fall ist, vielfach im Widerspruch. Jeder verbessert, leider ohne das Original gründlich zu kennen. Recepte zum Drainiren aber giebt es in einer Fluth von Broschüren eine große Menge, Englisch, Französisch, Deutsch u. s. w. Sie beschränken sich indeß eigentlich allein auf die Manipulation bei der Ausführung. Was übrigens in den englischen Schriften enthalten ist, findet sich mit geringen Ausnahmen in allen andern wieder.

Wenn nebenher in manchen derselben physikalische Studien mitgetheilt werden, wenn darin auch diese oder jene nicht uninteressante Untersuchung besprochen wird, so fehlt doch überall der Punkt über dem i, die Anwendung dieser Lehren und Untersuchungen, eigentlich die Anwendung der richtigen und passenden Lehren auf die Praxis. Die Ahnung eines nothwendigen innern Zusammenhanges spricht sich überall deutlich aus, die Erkenntniß desselben fehlt. Verfasser hat daher den Versuch, diesen Zusammenhang klar darzustellen, vorzugsweise für seine Aufgabe halten zu müssen geglaubt. Daß zu dem Ende auf die Lehren der Physik, der Hydrostatik u. s. w. vielfach hat Bezug genommen werden müssen, liegt auf der flachen Hand. Dieselben sind aber als bekannt vorausgesetzt, wenigstens ist in einem Werke über Drainage nicht der Ort gefunden, diese Lehren ab ovo zu entwickeln.

Der erste Abschnitt enthält die Anwendung derselben auf die Entwässerung des Bodens durch verdeckte Abzugsgräben, mit andern Worten: die Theorie der Drainage.

In dem zweiten ist eine Beschreibung der praktischen Arbeiten bei der Ausführung gegeben, wie dieselben dem Verfasser, der seit langen Jahren mit Entwässerungsarbeiten aller Art beschäftigt, nicht

unbedeutende Flächen hat drainiren sehen, oder selbst drainiren lassen, als die brauchbarsten und zweckmäßigsten erschienen sind.

In der dritten Abtheilung wird dann noch die Fabrikation der Röhren besprochen.

Das Werkchen ist vorzugsweise für das nördliche Deutschland geschrieben. Namentlich sind die hier beobachteten atmosphärischen Niederschläge als Fundament des ganzen Systems benutzt und danach die Röhrenweiten, Längen u. s. w. berechnet. Diese verschiedenen Dimensionen werden in andern Gegenden, in denen der Regenfall u. s. w. größer oder geringer ist, allerdings anders ausfallen, allein sie müssen in der hier angegebenen Weise aus korrespondirenden Daten modificirt und berechnet werden.

Die Art und Weise, wie dies geschehen soll, die Ansichten des Verfassers überhaupt, werden vielfach angefochten werden, allein derselbe ist vollständig von der Wahrheit und Richtigkeit derselben durchdrungen und hat in andern Sachen bereits die Erfahrung für sich, daß der von ihm eingeschlagene Weg schnell und sicher zum Ziele führt. Er giebt sich daher der Hoffnung hin, daß die für seine Ansichten beigebrachten Gründe ausreichen werden, jeden Unbefangenen zu überzeugen, welcher Lust und Gelegenheit hat, sie genau zu prüfen. Vorurtheile bekämpfen, die als letzter Grund immer darauf hinauslaufen, daß sie nicht überzeugt sein wollen, heißt mit Windmühlen fechten.

Den 28. December 1852.

Der Verfasser.

Vorrede
zur ersten Auflage.

Der Mecklenburger patriotische Verein hatte vor zwei Jahren einen Preis auf das beste Werk über die Drainage der nassen und kalten Aecker mit gebrannten Thonröhren ausgesetzt, indem auch dort die Wichtigkeit dieser Verbesserung des Bodens, welche in neuerer Zeit die Aufmerksamkeit aller Landwirthe so mächtig angeregt hat, sehr richtig erkannt wurde. Obgleich ich bereits im vorigen Jahre meine Ansichten über die Drainage in einigen Skizzen bekannt gemacht hatte, und obgleich es ursprünglich nicht meine Absicht war, schon so früh mit meiner eignen Art zu drainiren hervorzutreten und dieselbe in einem größern Werke zu beschreiben, so hielt ich es doch unter den gegebenen Verhältnissen im Interesse der guten Sache für meine Pflicht, als Konkurrent um jenen Preis aufzutreten. Meiner eingereichten Arbeit ist die Ehre geworden, gekrönt zu werden, und damit habe ich die Verpflichtung übernommen, dieselbe dem Drucke zu übergeben. Indem ich dieser nachkomme, muß ich indeß noch hinzufügen, daß es keineswegs meine Absicht ist, die in dem nachstehenden Werke entwickelten Ansichten schon als vollständig erwiesene, abgeschlossene Regeln hinzustellen (das ist bei der Neuheit der Sache vielleicht noch gar nicht einmal möglich), ich wollte darin nur die Principien so entwickeln, wie dieselben nach dem heutigen Stande der Naturwissenschaften die größte Wahrscheinlichkeit für sich haben, deren Anwendung auf eine rationelle Praxis nachweisen, und dadurch Veranlassung geben, daß die Versuche über das Drainiren mit einem gewissen Bewußtsein

und nach bestimmten Normen gemacht werden mögen, denn nur auf solche Weise führen Versuche zu Resultaten, zur Erkenntniß der Gesetze, zu Erfahrungen. Dem geneigten Leser übergebe ich daher das Werk mit dem Wunsche, daß es vor manchen Mißgriffen schützen und dadurch nützlich wirken möge, und mit der Bitte, etwaige Mängel desselben mit der großen Neuheit der Sache selbst entschuldigen zu wollen.

Regenwalde, den 3. August 1853.

L. Vincent.

Vorrede
zur zweiten Auflage.

Wenngleich es außerordentlich schmeichelhaft für mich ist, daß bereits nach drei Jahren das Bedürfniß einer neuen Auflage des vorliegenden kleinen Werkes sich herausgestellt, so glaube ich darin doch noch mehr und mit Freuden das hohe Interesse zu erkennen, welches die Drainage in den weitesten Kreisen anzuregen im Stande gewesen ist. Nicht leicht hat eine landwirthschaftliche Neuerung sich überall so sehr bewährt, als gerade die Trockenlegung des nassen und kalten Ackers mittels gebrannter Thonröhren. Je mehr drainirt wird, desto allgemeiner wird die Sache verlangt. Mit einzelnen Morgen wird versuchsweise begonnen, und bald folgen die ganzen Gutsflächen nach. Sie wird nicht mehr auf diejenigen Stellen beschränkt, deren Trockenlegung durchaus nothwendig, weil da die Früchte stets einen kaum leidlichen, niemals einen sichern Ertrag gewährten, sondern immer häufiger auch auf solche ausgedehnt, deren Melioration nur zu Zeiten wünschenswerth ist. Ja! man erkennt sogar immer allgemeiner den Vortheil der Drainage auf jedem thonigen, schweren und strengen, namentlich flachliegenden Boden.

Was nun die Rentabilität dieser Melioration betrifft, so liegen darüber schon einige Erfahrungen vor. Es verinteressirt dieselbe das Anlagekapital im ersten Falle in der Regel schon bei der

ersten Nutzung weit über 100 pro Cent. Aber auch in andern Fällen ist der Vortheil noch immer sehr groß, wenn gleich die Resultate zuweilen nicht so bedeutend in die Augen fallen. Leichtere Bearbeitung des Ackers, größere Reinheit von Unkraut, besseres Lohnen des Getreides, höhere Verwerthung des Düngers, gesundere und nahrhaftere Weide u. dergl. m. sind immer Folge des Drainirens.

Weniger dürfte jedoch jetzt schon von Erfahrungen die Rede sein darüber, welches die beste Art zu drainiren sei. Selten sind dieselben geringer zu machen, als im vorliegenden Falle. Komparative Versuche sind kaum möglich. Schlüsse aus den praktischen Erfolgen bedürfen erst längere Zeit hindurch fortgesetzter Beobachtungen, um die verschiedenen, zusammen wirkenden Potenzen nach ihrem wahren Werthe würdigen zu können. Dazu war bisher die Zeit noch zu kurz. Augenblicklich läßt sich daher einfach nur referiren, höchstens lassen sich Vermuthungen aufstellen, welche allerdings schon eine große Wahrscheinlichkeit für sich haben können. Bei den 12000 Morgen, welche ich bisher habe drainiren lassen, habe ich strenge an den früher von mir aufgestellten Regeln festgehalten, und ich kann wohl sagen, daß sie mich nie im Stiche gelassen, und daß die Erfolge allen Anforderungen und Wünschen vollständig entsprochen. Das Abtrocknen der Felder erfolgte fast durchgängig gleichmäßig. Ursprünglich sehr nasse drainirte Flächen wurden trocken und konnten beackert werden, während früher für trocken gehaltene danebenliegende Ackerstücke nicht zu betreten waren. Namentlich ist es die vielfach angefochtene Bestimmung der Weite der anzuwendenden Röhren, welche sich hier allgemein bewährt hat. Immer hat es im Frühjahr Zeiten gegeben, wo dieselben mehrere Tage hindurch voll liefen. Dagegen habe ich mehrfach Gelegenheit gehabt, die Nachtheile zu enger Sammeldrains kennen zu lernen. Bei der Ausführung habe ich auf möglichste Einfachheit gehalten, und alle Künsteleien vermieden, dabei aber für solide und genaue Anfertigung der Röhren, und für tüchtige Arbeit beim Ausheben

der Gräben und Legen der Drains gesorgt. Nur dieser Gründlichkeit in der Ausführung schreibe ich es zu, daß höchst selten Verstopfungen vorgekommen sind. In der Regel waren sie durch Einwachsen von Wurzeln der Weiden und Pappeln an den Wegen, von Equisetum, einmal nur bei 3 Fuß tiefer Drainage auf grobem kiesigen Sande durch Rübsenwurzeln entstanden. Solche Unfälle sind häufig nicht zu vermeiden. Man muß das Risiko tragen, und eine etwa vorgekommene Verstopfung wieder fortschaffen.

Regenwalde, den 24. Juli 1856.

L. Vincent.

Vorrede
zur dritten Auflage.

Noch ist kein Jahrzehent vergangen, seitdem die Anwendung gebrannter Thonröhren zu verdeckten Abzugsgräben, und das regelmäßige und systematische Drainiren die Aufmerksamkeit der Landwirthe auf dem Kontinent in weiteren Kreisen zu beschäftigen begann. Die Ausdehnung, welche diese Melioration des nassen und darum kalten Ackers in dieser kurzen Zeit gewonnen, liefert den unwiderleglichen Beweis für die allgemeine Anerkennung des Nutzens derselben. Hier in Hinter-Pommern sind z. B. seitdem sicher an 50000 Morgen drainirt worden. Einen großen Theil dieser Anlagen habe ich geleitet, und auch in andern Gegenden nicht unbedeutende Arbeiten ausführen lassen, dabei aber überall strenge an den in dem nachstehenden kleinen Werke gegebenen Regeln festgehalten. Die Erfolge haben auch auf den schwierigsten Terrains allen daran zu stellenden Anforderungen entsprochen, und darum bin ich überzeugt, daß sie bei richtiger Anwendung überall Geltung finden werden.

Dem geneigten Leser kann ich daher die dritte Auflage mit der Versicherung übergeben, daß das darin Enthaltene unter den verschiedensten Verhältnissen die Probe bestanden, und in der Praxis sich bewährt hat.

Regenwalde, den 13. August 1860.

L. Vincent.

Inhalt.

		Seite
Einleitung.		
§ 1.	Vortheile der Trockenlegung	1
§ 2.	Offene Gräben oder Drains?	8
I. Abschnitt. Theorie der Drainage.		
§ 3.	Ursache der Kälte des Bodens	13
	1. Erweichen der Ackerkrume durch Tagewasser	14
	2. Undurchlässigkeit des Untergrundes	16
	3. Grundwasser	16
§ 4.	Kennzeichen der Näße des Bodens	23
§ 5.	Wo ist die Drainage anwendbar?	24
§ 6.	Lage der Drains	27
§ 7.	Tiefe der Drains	30
§ 8.	Entfernung der Drains	33
§ 9.	Form der Röhren	38
§ 10.	Gefälle der Röhrenstränge	40
§ 11.	Abzuführende Wassermenge	42
§ 12.	Länge der Röhren von verschiedenem Durchmesser	50
§ 13.	Weite der Sammeldrains	54
§ 14.	Wie kommt das Wasser in die Röhren?	59
II. Abschnitt. Praktische Ausführung.		
§ 15.	Voruntersuchungen	61
	a. Das Nivelliren	63
	b. Führen des Brouillons und Berechnen beim Nivelliren	64
	c. Untersuchung des Bodens	67
§ 16.	Entwurf des Projekts	69
§ 17.	Handwerkszeug	80
§ 18.	Anfertigung der Gräben	88
§ 19.	Das Legen der Röhren	92
§ 20.	Verbindung der Saug- und Sammeldrains	99
§ 21.	Bedecken der Röhren mit Stroh, Heu, Laub u. dergl.	101
§ 22.	Zufüllen der Gräben	103

Seite

§ 23. Schwierigkeiten und Hindernisse 105
§ 24. Sicherung der Ausflußöffnungen und der Drains selbst . . 110
§ 25. Entwässerung der Kessel 115
§ 26. Muffeln und doppelte Röhren 118
§ 27. Brunnenstuben 121
§ 28. Wasserfurchen 123

III. Abschnitt. Fabrikation der Röhren.

§ 29. Vorbereitung des Thons 124
1. Auswerfen vor Winter 126
2. Schlämmen 126
3. Thonschneider 129
4. Reinigung von Steinen 130
§ 30. Pressen der Röhren 132
1. Drainröhrenpressen 132
2. Das Pressen 140
§ 31. Trocknen der Röhren 142
§ 32. Das Rollen der Röhren 144
§ 33. Das Brennen der Röhren 146
§ 34. Kosten der Drainage 149

IV. Abschnitt.

§ 35. In wie fern eignen sich die agronomischen Verhältnisse Mecklenburgs für die Anlage von Unterdrains? 156
§ 36. Nach welchen Grundsätzen ist in Bezug auf das Anlagekapital eine Ausgleichung zwischen Verpächter und Pächter zu erzielen? 157
§ 37. Reparaturen 162
§ 38. Drainirung der Wege 161

Tabellen 167

Einleitung.

Im Grunde ist ein jeder verdeckte Abzugs- oder Entwässerungsgraben ein Drain, doch wird jetzt in der Regel nur ein solcher verdeckter Graben darunter verstanden, in den gebrannte thönerne Röhren gelegt sind. Drainage oder Drainiren ist die Kunst, durch regelmäßige systematische Anlage solcher Gräben den Boden trocken zu machen. Man unterscheidet Saugdrains und Sammel- oder Hauptdrains.

Die Saugdrains haben die Bestimmung, das Wasser aus dem Acker 2c. überall aufzunehmen und es den Sammel- oder Hauptdrains zuzuführen, welche dieses aus dem ganzen zusammengehörigen Systeme gesammelte Wasser schließlich in andere Hauptdrains oder in offene Gräben ergießen.

Anmerkung. Die Bezeichnung Neben- oder Fangdrains für Saugdrains ist nicht passend, erstere, weil gerade sie hauptsächlich den Boden trocken legen, und letztere, weil man dabei unwillkürlich an Fanggräben denkt, eine ganz bestimmte Bezeichnung für diejenigen Gräben, welche längs der Höhe, und nicht von der Höhe hinabgehen, und welche das von oben herunterkommende Wasser abfangen sollen. Von solchem Abfangen ist aber bei den Drains gar nicht die Rede.

§. 1. Vortheile der Trockenlegung.

Die Nachtheile des nassen und kalten Bodens für den Anbau unserer Kultur-Gewächse sind zwar den meisten Landwirthen je nach der größern oder geringeren Unfruchtbarkeit ihres Ackers mehr oder minder fühlbar geworden, allein sehr viele derselben sind doch der Vortheile der Trockenlegung sich noch nicht vollständig und klar

bewußt, sonst würde im Allgemeinen früher schon viel mehr dafür gethan worden sein, als bis jetzt geschehen ist. Darum müssen diese Vortheile hier noch zuerst und ganz besonders hervorgehoben und zusammengestellt werden, bevor auf die beste Art, sie zu erreichen, näher eingegangen werden kann.

Die Vortheile der Trockenlegung bestehen nun wesentlich in Folgendem:

1. Der Boden wird zugänglicher.

Es ist eine bekannte Thatsache, daß der naßkalte Boden bei nassem Herbst- und Frühjahrswetter oft ruhig liegen bleiben muß, und weder von Menschen noch Vieh betreten werden kann, weil er zu weich ist. Nach der Trockenlegung ist er zu jeder Zeit zugänglich.

2. Der Acker kann zu rechter Zeit bestellt werden.

Tritt eine solche Erweichung des Bodens zur Bestell- oder Saatzeit ein, so muß mit den dann nöthigen Arbeiten so lange gewartet werden, bis derselbe wieder hinreichend abgetrocknet ist. Damit geht oft die beste Zeit verloren. Es ist aber eine ebenfalls bekannte Sache, daß zu spät bestelltes Getreide zuweilen wohl einen bedeutenden Stroheinschnitt, sehr selten aber, und nur ausnahmsweise, einen reichen Körnerertrag, gewährt. Auf trockengelegtem Boden kann dagegen die Bestellung stets rechtzeitig und auf das beste erfolgen.

3. Die Bestellung wird leichter und darum minder kostbar.

Da der nasse Boden nicht immer zugänglich ist, und das Abtrocknen desselben nach vorhergegangener Erweichung oft spät und dann zu rasch erfolgt, so müssen alle Arbeiten in der möglichst kürzesten Zeit gemacht werden können. Dazu gehört aber eine unverhältnißmäßig starke Anspannung, deren Unterhaltung darum ganz besonders kostbar ist, weil sie zu andern Zeiten wieder nicht recht beschäftigt werden kann. Ueberdies ist die Arbeit des Pflügens und Eggens auf trocken gelegtem Boden an und für sich schon darum leichter, weil derselbe nicht in einander schwimmt, und deshalb nie wieder so fest wird, als der nasse. Endlich werden die vielen Wasserfurchen entbehrlich, deren Aufschippen und Abharken allein an recht nassen Stellen, abgesehen von der Verminderung

des Ertrags, den sie verursachen, oft mehr kostet, als die Zinsen der Drainage.

4. Der Boden wird reiner.

Jeder nasse Boden bringt eine Menge von Unkräutern hervor, welche auch durch die sorgfältigste Bestellung, durch die beste Fruchtfolge und wiederholtes Ackern sehr schwer oder gar nicht zu vertilgen sind, z. B. Quecken, Bitterling, Räthgras u. dergl. m. Ja manche dieser Unkräuter sind sogar giftig (manche Ranunkel-Art 2c.) und werden Veranlassung zum Erkranken des Weideviehes, welches davon gefressen. Alle diese Pflanzen vergehen nach geschehener gründlicher Trockenlegung von selbst, weil die zu ihrer Existenz nothwendigen Bedingungen mit dem Wasser aus dem Boden verschwunden sind. Der Boden wird reiner.

5. Der Boden wird wärmer.

Das in der Erde befindliche Wasser hat in der Regel einen nur niedrigen Temperaturgrad. Man nimmt an, daß das Quellwasser höchstens um einige Grade von der mittlern Temperatur der Gegend differirt, je nachdem dasselbe in größerer oder geringerer Tiefe unter der Oberfläche streicht. Je näher dieser, desto verschiedener ist in den verschiedenen Jahreszeiten dessen Wärmegrad. Immer aber bleibt derselbe im Verhältniß zur Wärme eines trockenen Bodens, welche im Sommer bei hellem Sonnenschein auf 30 Grad und darüber steigt, ein sehr niedriger und macht den Boden kalt. Das Wasser ist nämlich nicht allein an und für sich ein schlechter Wärmeleiter und giebt darum die in den oberen wärmeren, deshalb aber auch specifisch leichteren Schichten eingesogene Wärme an die unteren nicht nur nicht ab, sondern es erkältet sogar diese unteren Schichten, so daß zuweilen die Temperatur in einer Tiefe von 2—3 Fuß um einige Grade niedriger ist, als bei 4 Fuß unter der Oberfläche der Erde, weil bei starker Verdunstung, bei dem Uebergange aus dem tropfbar flüssigen in den gasförmigen Zustand, Wärme gebunden, und diese den umgebenden Wasserschichten, dem Boden und der Luft entzogen wird. Kann doch die Temperatur durch Strahlung und Verdunstung so herunter gestimmt werden, daß die Früchte auf dem Felde erfrieren.

Der Boden erhält also durch Trockenlegung die Fähigkeit, eine

größere Wärme-Menge aufzunehmen und festzuhalten. Mit dieser größern Erwärmung des Bodens wird auch die Luft wärmer, das Klima gesunder.

6. Der Boden wird gesunder.

Die Qualität des den Boden naß erhaltenden Wassers ist nicht überall dieselbe. Enthält dasselbe Stoffe in Lösung, welche als Nahrungsmittel von den Pflanzen aufgenommen werden, so kann es auf das Gedeihen mancher Pflanzenarten sogar vortheilhaft einwirken. Dafür spricht das Vorhandensein der verschiedenen Unkräuter. Diese sind deshalb auch beinahe unvertilgbar. Oft enthält aber das Wasser, namentlich bei bedeutendem Gehalt an Kohlensäure, einzelne Stoffe in Lösung, welche, wenn sie in geringer Menge vorkommen, von den Pflanzen zwar assimilirt werden, welche aber, sobald sie in zu großer Menge vorhanden sind, wie Gift wirken, und dann das Erkranken der Pflanzen zur Folge haben. Dies ist in nassem Boden sehr häufig der Fall. Wenn z. B. Humus, Eisen (gleichviel in welcher Form) und Wasser zusammen vorhanden sind, so bildet sich stets das im Wasser leicht lösliche kohlensaure Eisenoxydul in großer Menge. Das Erkranken trifft die Kulturpflanzen oft in weiter Ausdehnung. Das Getreide befällt, wenn das an löslichen Stoffen zu reiche Wasser bei eintretendem Regen im Boden über das Niveau der Wurzeln in die Höhe steigt, die Pflanzen zu viel davon aufzunehmen gezwungen sind, dadurch eine unrichtige Mischung der Säfte erhalten, und nun äußere Temperatur-Verhältnisse den Anstoß zum Ausbruch der Krankheit geben.

Solche zu konzentrirte Lösungen werden aber nicht allein Ursache der Vergiftung der Pflanzen, sondern sie machen sogar den Boden selbst schlechter. In der Nähe der Oberfläche erwärmen sie sich, es entweicht aus denselben die Kohlensäure, und damit das Lösungsmittel. Der bis dahin aufgelöste Körper, gewöhnlich Eisenoxydul, schlägt sich nieder. Anderntheils verdunstet das Wasser, und die darin enthaltenen Salze bleiben zurück. Daher findet sich in den Schichten des Untergrundes unter der Ackerkrume der nassen und kalten Aecker in der Höhe des gewöhnlichen Standes des Grundwassers sehr häufig so viel Eisen. Dasselbe verkittet zuweilen die Sandkörnchen so vollständig, daß der Boden nur mit der Hacke aufgehauen werden kann. Durch Trockenlegung hört diese Zufuhr

aus der Tiefe auf, ja es läßt sich erwarten, daß das zuweilen kohlensäurehaltige, von obenher zuströmende und versinkende Wasser diese Stoffe mit der Zeit wieder auflösen, bis zu einer unschädlichen Tiefe hinabspülen, und durch die Drains abführen werde. Der Boden wird mit der Zeit unzweifelhaft gesunder.

7. Der Boden wird tiefer.

Der Zutritt der atmosphärischen Luft zu den Wurzeln der meisten Kulturpflanzen ist nothwendige Bedingung zu deren Gedeihen. Der Sauerstoff derselben leitet die Zersetzung der Boden- und Düngerbestandtheile und deren Umwandlung in Pflanzen-Nahrungsstoffe ein. In einem trocken gelegten Boden kann aber die Luft zu jeder Zeit auch in die Räume zwischen den Partikelchen des Untergrundes eindringen, welche vorher vom Wasser eingenommen wurden. Der Boden wird tiefer.

8. Der Boden wird sicherer.

Die Wurzeln der Pflanzen verzweigen sich in nassem Boden fast nur in der einigermaßen trockenen Oberfläche. Die darauf gebauten Gewächse entziehen sich deshalb gegenseitig die Nahrung, stehen dünn, sind feinhalmig, wintern leicht aus, und leiden sehr bei anhaltender Dürre, weil die obere Krume leichter und stärker austrocknet, als der tiefere Untergrund, in den aber die Wurzeln nicht hinabreichen. In den trocken gelegten Boden aber dringen diese ein (hat man doch selbst Wurzeln von Cerealien 4 Fuß und darüber, bei Weizen sogar 7 Fuß tief in den Boden hinein verfolgt); die Pflanzen vertragen einen dichtern Stand, werden dessenungeachtet kräftiger und widerstehen nachtheiligen Witterungseinflüssen besser und länger, weil ihnen ein größeres Volumen von Boden, aus dem sie ihre Nahrung schöpfen können, dargeboten ist. Der Frost hebt den Boden nicht, wenn derselbe einige Zoll eingethaut ist, und es wieder friert. Dazu ist nothwendig, daß die obere Schicht vollständig mit Wasser gesättigt sei, weil nur durch die Ausdehnung des frierenden Wassers dieses Heben erfolgt. Eine solche Sättigung tritt auf dem trocken gelegten Boden nicht ein. Die Nachtheile dieser Erscheinung, das Auswintern des Rapses, des rothen Klees u. dergl. m. finden also darin in viel geringerem Maaße statt. Ein nasser Boden wird aber nach geschehener Trocken-

legung auch wieder nicht leicht zu trocken. Die tiefgehenden Pflanzenwurzeln holen eben sowohl die nöthige Feuchtigkeit sich aus der Tiefe empor, als das Wasser des feucht bleibenden Untergrundes durch Kapillarität über sein Niveau in die Höhe steigt, und so den Wurzeln gleichsam entgegen kommt. Kurz der Boden wird sicherer.

9. Die Vegetation beginnt früher.

In nassem Boden gefriert das zwischen den Bodenpartikeln enthaltene Wasser (bei strengen Wintern selbst bis zu 3 Fuß Tiefe), und macht den Acker vollständig undurchlassend. Erfolgt nach einem so starken Frost das Aufthauen, tritt noch Schneeabgang und Regenwetter hinzu, so wird durch das Uebermaaß von Nässe, welche nun nicht versinken kann, sondern über die Oberfläche fort abfließen oder verdunsten muß, die zu einem dünnen Brei erweichte Ackerkrume vollständig in einander geschlämmt. Sie wird daher nach dem Abtrocknen hart, schließt die Luft von den Pflanzenwurzeln ab, bekommt beim Trocknen später große Risse, und veranlaßt dadurch das Ausgehen sehr vieler Pflanzen. Der Nutzen der sorgfältigsten Herbstbestellung ist verloren, und wird in dem Aufeggen der Saat im Frühjahr wohl wieder mehr Arbeit, aber nur ein unvollkommenes Mittel gegen diese Nachtheile gefunden werden. Ganz anders ist das Verhalten des trocken gelegten Bodens. In diesem sind die Zwischenräume zwischen den Bodentheilchen fast immer leer und gestatten dem von oben hereindringenden Wasser den Durchgang, selbst wenn der Boden tief erkältet war. Daher auch die eigenthümliche und Viele in Staunen versetzende Erscheinung, daß selbst, wenn der Boden gefroren, bei eintretendem Thauwetter das Schneewasser den Weg zu den Drains findet, und daß diese dann sofort anfangen zu laufen. Es gehört ferner eine viel geringere Menge von Wärme dazu, den trockenen Boden zu erwärmen, als das in dem nassen vorhandene Eis zu schmelzen, und diese geringere Wärmemenge wird theilweis von dem eindringenden Regenwasser zugeführt, theils steigt sie aus den untern Erdschichten in den offenen Poren des Bodens in die Höhe. Die Sonne und die warme Luft wirken ebenfalls stärker erwärmend ein. Der Frost verschwindet deshalb aus dem trockenen Boden früher, als aus nassem, die Ackerkrume bleibt mürber und der Luft zugänglicher, und die Vegetation beginnt früher.

10. Der Dünger u. dergl. m. wirkt kräftiger.

Der Dünger, Mergel u. s. w. kann ohne Zutritt der Luft die Verbindungen im Boden nicht eingehen, welche zur Verwandlung desselben in Pflanzennahrungsstoff nothwendig sind. Es liegt auf der flachen Hand, daß dies in nassem Boden, in dem, wie schon oben angeführt, durch das Vorhandensein des Wassers der Zutritt der Luft abgeschlossen ist, nur viel unvollständiger Statt findet, als im trocknen. Dünger, Mergel 2c. wirken deshalb in diesem entschieden kräftiger, ganz abgesehen davon, daß viele Stoffe mit dem über die Oberfläche des nassen Bodens abfließenden Wasser fortgeschwemmt, also ganz entführt werden, welche bei trockenem zwar versinken, aber von dem Boden festgehalten, und so durch die Pflanzenwurzeln immer wieder in die Höhe geholt und nutzbar gemacht werden. Ja, künstliche Düngungsmittel, wie Guano, Chilisalpeter 2c. sind auf nassem Boden kaum anwendbar, weil man bei der Unsicherheit desselben stets Gefahr läuft, das darin angelegte Kapital durch eine schlechte Ernte ganz zu verlieren.

11. Stellenweis nasser Boden wird gleichartig.

Auf einem ungleichmäßig nassen Felde kann nicht allein die Bestellung niemals eine vollkommene werden, sondern die Früchte darauf bilden sich auch immer ungleichmäßig aus. Während auf den trockneren Stellen alles reift, ist es auf den nassen noch grasgrün.

Wartet man mit der Ernte, bis das letztere reif ist, so ist der größte Theil des erstern bereits ausgefallen. Richtet man sich nach diesem, so bildet sich jenes Korn nicht aus, trocknet zusammen, giebt wenig in den Scheffel, oder bleibt ganz im Stroh. Sind die nassen Stellen trocken gelegt, so wird dadurch der Boden gleichartiger.

12. Die Erträge werden höher und deren Qualität besser.

Aus allem, was vorher gesagt, geht schließlich hervor, daß auch die Erträge in trocken gelegtem Boden höher werden müssen, nicht allein dadurch, daß das Getreide 2c. auf dem ganzen Felde zu gleicher Zeit sich entwickelt und reift, sondern auch, weil es vorzugsweise in dem tiefer, wärmer, gesunder gewordenen Boden tiefer wurzelt, sicherer gedeiht, weniger Lagerkorn giebt, weniger befällt, vollkommener sich auszubilden die Zeit hat, weil der Dünger besser wirkt u. s. w. Kurz, das Korn wird ertragreicher, dabei auch reicher

an Mehl; Rüben geben mehr Zucker, Kartoffeln mehr Stärke ꝛc. Das auf dem trocken gelegten Boden gebaute Futter ist wohlschmeckender, kräftiger, dem Vieh darum angenehmer und gedeihlicher.

Nimmt man nun einen gewissen Punkt an, unter welchen ein Boden durch Ausbauen nicht heruntergebracht werden kann, so ist der Ertrag des trockenen Bodens auch in diesem Zustande höher, als der des nassen, weil derselbe durch die Zersetzung der Bestandtheile des Bodens unter Einwirkung der Luft bedingt wird, in jenem tiefern aber derselben ungleich größere Berührungsflächen geboten werden, als in diesem. Diese Ertragsfähigkeit ist zwar je nach der Zusammensetzung des Bodens und Untergrundes eine sehr verschiedene, in unserem nördlichen Deutschland indeß fast überall eine nur sehr geringe. Und auf diese geringe Nutzung kann der trockengelegte Acker durch aussaugende Wirthschaft sehr leicht heruntergebracht werden, wenn er auch in der ersten Zeit nach der Trockenlegung noch so hohe Erträge giebt, so lange nämlich die im Boden aufgespeicherten, der Nässe wegen aber vorher unwirksam gebliebenen, Nahrungsstoffe noch in Fülle vorhanden sind. Diese hohen Erträge können leicht zu sanguinischen Hoffnungen und überspannten Erwartungen verleiten, und darum mag hier daran erinnert werden, daß der Acker, welcher geben soll, er sei naß oder trocken, stets einen Ersatz für das ihm Genommene bedarf, wenn jener Nutzen dauernd und von Bedeutung bleiben soll.

§. 2. Offene Gräben oder Drains?

Wenn nun alle die oben aufgezählten Vortheile der Trockenlegung des Bodens fast unbestreitbar sind, und jeder Landwirth aus eigener Erfahrung eine Menge von Belegen dafür beizubringen gewiß im Stande ist, so drängt sich einem Jeden ganz unwillkürlich die Frage auf: — auf welche Weise sind diese Vortheile am zweckmäßigsten, d. h. am sichersten, am dauerndsten und am billigsten zu erreichen? Bis jetzt hat man sich allgemein für offene Gräben entschieden, ja in außerordentlichen Fällen hat man solche selbst in einer Entfernung von 3 und 4 Ruthen, unter einander parallel, über ganze Felder gezogen, wie das z. B. in Jagezow im Anklamer Kreise geschehen und in Daberkow nach langjährigem Widerstreben des Besitzers endlich doch nachgemacht worden, und wie das in Holstein und vielen anderen namentlich den Marschgegenden ganz

allgemein üblich ist. Es bedarf keines Beweises, daß bei einer solchen Abgrabung ganz bedeutende Flächen nutzbaren Bodens vollständig verloren gehen. (Um auf das erste angezogene Beispiel zurückzukommen, so liegen bei einer Ackerfläche von nahe 2000 Morgen in Jagezow 140 Morgen, in Daberkow 100 Morgen in Gräben.) Die Bestellung so schmaler Ackerstücke ist zeitraubend und dennoch unvollkommen, weil es unmöglich wird, ordentlich querüber zu pflügen. Die Anlage der offenen Gräben in nassem Boden ist ferner höchst schwierig und verhältnißmäßig sehr kostbar. Ihre Unterhaltung und wiederholte Räumungen veranlassen immer von neuem Ausgaben und bedeutende Kraftentwickelung. Die Gräben reißen aus, wenn sie mit starkem Gefälle bergab gehen, werden Veranlassung von Versandung u. dgl. m. Die Grabenränder sind Pflanzschulen aller möglichen Samenunkräuter und Schlupfwinkel für das Ungeziefer. Endlich entführt das von der Oberfläche des Ackers in den Gräben abfließende Wasser einen großen Theil der mit Sorgfalt gesammelten, mit Mühe hingeschafften werthvollsten Düngungsmittel. Sind diese Nachtheile an und für sich schon groß genug, so ist der Uebel größtes doch das, daß die Wirkung der offenen Gräben trotzdem immer nur eine höchst mangelhafte bleibt.

Der Beweis dieser Behauptung wird sich aus folgenden Betrachtungen von selbst ergeben. Der nasse und kalte Boden hat in der Regel, wenn er nicht ganz aus schwerem Lehm- oder Thonboden besteht, und selbst dann noch zuweilen in seinem Untergrunde Adern oder Schichten poröser Erdarten, in denen sich zu Zeiten Wasser ansammelt, oder in denen es auch wohl unter der Erde fortfließt. Diese Erdarten sind unter den Namen Triebsand, Quell- oder Wellsand, Schlick, Schillererde u. dgl. m. bekannt. Die Adern sind an einigen Stellen schwach, an andern stärker, die Schichten hier einige Zoll, dort 20 und mehr Fuße mächtig, in der feuchten Jahreszeit immer, häufig auch noch im Sommer mit Wasser gesättigt. Wird nun ein Graben in einem solchen Boden ausgehoben, so strömt das Wasser mit bedeutendem Gefälle aus den Grabenwänden aus. Durch die Kraft des ausfließenden Wassers werden die leicht beweglichen Sandkörnchen des Triebsandes, Schlickes ꝛc. mit fortgerissen, zuweilen sogar durch den Druck des anderwärts höher, unter der Erde aber damit in Verbindung stehenden Wassers aus der Grabensohle gerade in die Höhe gehoben. Dadurch werden die

Grabenufer unten hohl, verlieren die erforderliche Haltung, und stürzen nach. Dagegen hilft die flachste Dossirung derselben nichts! Die Gräben werden bei der Arbeit immer breiter, aber nicht tiefer, und in den ausgehobenen Spatenstich dringt von allen Seiten frischer Sand hinein, welcher sich zuletzt durch vieles Rühren und Herumtreten darin in einen dünnen Brei verwandelt, der kaum mit der Wurfschippe heraus zu schaffen ist. Nur durch kostbare Anlagen, z. B. durch Bollwerke, Steinmauern, Faschinen-Packungen u. s. w., wird es möglich, die Gräben in einen solchen Boden bis zu einer gewissen Tiefe hinein zu arbeiten. Und doch wird das Eindringen in diese Erdschichten nothwendig, wenn der Graben gründlich entwässern soll.

Erst wenn nach längerer Zeit die Grabenufer bewachsen sind, und dadurch einen gewissen Zusammenhang gewonnen haben, und nachdem die Wasser führenden Schichten abgelaufen sind, — wenn also die Quantität des ausfließenden Wassers und durch das Sinken des Wasserspiegels das Gefälle desselben so gering geworden ist, daß dies nicht mehr die nöthige Kraft zur Fortbewegung des Sandes besitzt: wird es möglich, einen solchen Graben zu vertiefen. Es wird also bis zur vollständigen Herstellung desselben, wenn sie nicht mit Geld aufgewogen werden soll, immer eine längere Zeit vergehen.

Bei lange anhaltender Nässe, namentlich beim Aufgehen des Frostes, wird aber das Nachfallen und Zuschlämmen der Gräben immer wieder von neuem anfangen. Da das Wasser im nassen Boden nicht nach unten versinkt, so muß es, um in die Gräben zu gelangen, von der Seite durch die Grabenborten hindurchschwitzen. Das setzt eine gewisse Porosität des Bodens voraus. Gefrieren dann die Grabenwände und das darin befindliche Wasser, so sind sie mit einemmale undurchlassend geworden. Das hinter denselben stehende Wasser, welches noch durch anderes von höhern Gegenden unter der Erde zufließendes vermehrt wird, muß sich nothwendiger Weise hinter denselben aufstauen. Bei eintretendem Thauwetter werden mit dem Verschwinden des Frostes die Grabenwände plötzlich wieder durchlassend, das gestaute Wasser stürzt in Masse und mit Gefälle, also auch mit großer Kraft, wieder hervor, die Erde der Grabenborten ist überdies mürbe gefroren, nichts natürlicher, als daß das Eintreiben von Sand, das Einstürzen der Ufer von

neuem in großartigem Maaße erfolgt. Fortwährende Reparaturen, wiederholte Räumungen sind nothwendige Folge. Werden dieselben dann einmal nicht zu rechter Zeit, oder nicht gründlich vorgenommen, so haben die Gräben bis dahin wenig Nutzen, die Anlagekosten gehen verloren. Sind die so eben aufgeführten Verhältnisse auch die ungünstigsten, so finden ähnliche in geringerem oder größerem Maaße fast überall Statt.

Der einzelne offene Graben wirkt aber, wenn er nicht genügend tief gemacht ist, nur auf eine sehr geringe Entfernung, also unvollkommen. Glaubt man durch eine größere Zahl solcher offenen Gräben diesem Fehler abzuhelfen, die Trockenlegung vollständig zu erreichen, so irrt man. Es werden dadurch in entsprechendem Verhältniß wohl die eben aufgeführten Nachtheile vermehrt, der Zweck dagegen niemals vollständig erreicht. Es bleibt dann schließlich nichts übrig, als außerdem doch noch wieder Wasserfurchen zu ziehen oder andere Palliativmittel anzuwenden. Der Erfolg wird dadurch zwar immer etwas besser, allein er bleibt trotz all den großen Anlage- und Unterhaltungskosten stets unsicher.

Diesen sämmtlichen Unannehmlichkeiten entgeht man bei der Anlage verdeckter Abzugsgräben, und ganz besonders bei der Anwendung gebrannter Thonröhren zu denselben, wie sie in neuerer Zeit zuerst in England gemacht worden, und jetzt zu uns herüber gebracht sind, mit einem Worte durch das Drainiren des nassen und kalten Bodens. Die Drains sind bei ihrer ersten Anlage wenig theurer, als offene Gräben, bei größerer Tiefe und Breite der letzteren sogar nicht so kostbar, und verursachen fast gar keine Unterhaltungskosten, sobald sie nur aus recht gutem Material solid und tüchtig gefertigt worden sind. Sie nehmen keine nutzbare Fläche ein, machen vielmehr die offenen Gräben in den meisten Fällen entbehrlich, so daß ihre Anlage zuweilen allein durch den Werth der früher in Gräben gelegenen und durch das Zuwerfen derselben wieder nutzbar gewordenen Flächen bezahlt wird. Sie erschweren die Bestellung des Ackers nicht nur in keiner Weise, sondern sie können sogar eine Ersparung an Spannkraft herbeiführen. Ihre Wirksamkeit hört bei Frostwetter nicht nur nicht auf, sondern gerade dann, wenn keine Verdunstung zur Fortschaffung des Wassers aus dem Boden mithilft, genügen sie dazu ganz allein, und werden in ihrer Thätigkeit durch keine Witterungsverhältnisse gestört. Sie

werden dadurch, daß bei nassem Wetter möglichst wenig aufgelöste Düngungsmittel weggeschwemmt werden, sondern mehr in den Untergrund eindringen können, Veranlassung, daß das Getreide tiefer wurzelt, weniger lagert und weniger von Unkraut leidet. Sie machen die Wasserfurchen fast ganz entbehrlich; kurz, sie machen es möglich, sich alle Vortheile einer gründlichen Trockenlegung anzueignen, und gewähren nebenher noch die Garantie der größtmöglichsten Dauer. Das Drainiren ist einer der wichtigsten Fortschritte, die die Landwirthschaft in neuerer Zeit gemacht hat.

Zwar wird auch die Anlage der Drains in dem eben beschriebenen Boden ihre großen Schwierigkeiten haben, ja es kann sogar der Fall eintreten, daß die Röhren in einem und demselben Graben mehrmals gelegt, herausgenommen und wieder gelegt werden müssen, um bis zur erforderlichen Tiefe hineinzukommen, allein selbst in diesem schlimmsten Falle wird der Zweck dadurch doch schneller und gründlicher erreicht werden, als durch die Anlage offener Gräben.

Liegen aber die Röhren erst in genügender Tiefe, haben sie das erforderliche Gefälle und entsprechende Dimensionen, so lassen sie das Wasser im Boden nie über eine gewisse Höhe hinaussteigen, und halten die obere Krume stets porös. Die Vorzüge der Drains vor den offenen Gräben sind mithin so einleuchtend und so schlagend, daß sie gar keinem Zweifel darüber Raum lassen.

Dieselben Gründe, welche den Vorzug der Drains im Allgemeinen vor den offenen Gräben in nassem und kaltem Boden beweisen, müssen auch geltend gemacht werden bei der Beantwortung der Frage, ob es zweckmäßiger ist, die Saugdrains in offenen Gräben oder in großen Sammeldrains ausmünden zu lassen? Sie allein entscheiden diese Frage schon zu Gunsten der letzteren, ohne daß noch besonders aufmerksam darauf gemacht zu werden braucht, daß nicht allein die offenen Gräben, welche den Drains Verfluth verschaffen sollen, eine viel gründlichere Anfertigung und Unterhaltung nöthig machen, und dadurch sehr viel theurer werden, als gewöhnliche Entwässerungsgräben, sondern daß jede Ausflußöffnung der Drains auch eine gefährliche, der beständigen Aufsicht bedürftige Stelle bleibt, deren so wenige, wie möglich zu haben, immer wünschenswerth ist. Es wird später hierauf noch zurückzukommen sein.

Erster Abschnitt.

Theorie der Drainage.

§. 3. Ursache der Kälte des Bodens.

Um ein Uebel mit Sicherheit und gründlich beseitigen zu können, ist es nothwendig, dasselbe ganz genau zu kennen. Daher müssen zuerst die Ursachen der Kälte des Bodens untersucht werden, bevor zu den Mitteln, sie fortzuschaffen, übergegangen werden kann.

Daß überflüssiges Wasser im Boden die schließliche Ursache der Kälte ist, bedarf allerdings wohl keines weitern Beweises. Von der Qualität dieses Wassers hängt der Grad der Schädlichkeit desselben ab. Häufig finden wir bei großer Nässe, aber mergel- und kalkreichem Untergrunde auf den Feldern noch gute Früchte, während auf recht eisenreichem Untergrunde bei viel geringerer Nässe schon gar nichts mehr wächst. In welcher Weise solches Wasser nachtheilig wird, ist schon aus den vorhergegangenen Betrachtungen ersichtlich. Jetzt handelt es sich noch darum, den Ursprung und das Verhalten desselben im Boden kennen zu lernen.

In unserm Klima, d. h. im nördlichen Deutschland, ist der jährliche Regenfall durchschnittlich ungefähr 24 Zoll, d. h. der Erdboden würde so hoch mit Wasser bedeckt sein, wenn es nicht abliefe und einzöge. Der atmosphärische Niederschlag wird noch vermehrt durch Thau und Nebel und die Fähigkeit des Bodens, eine größere oder geringere Masse von Wasserdünsten aus der Luft zu absorbiren und zu verdichten.

Ein Theil dieser Niederschläge, aber ein verhältnißmäßig nur geringer Theil, läuft, vorzugsweise bei schnellem Aufthauen des Schnees und gefrorenem Boden und bei heftigen Regengüssen, über der Erdoberfläche weg. Ein zweiter Theil und zwar der größte, beinahe ³/₄ des ganzen Regenfalls, verdunstet, steigt als Wasserdampf in die Luft, und wird vom Winde fortgeführt. Diese Verdunstung ist nach den verschiedenen Jahreszeiten sehr verschieden. Sie findet in den Wintermonaten fast gar nicht Statt, nimmt dagegen in den langen Tagen des Sommers das sämmtliche Regen-

wasser ꝛc. wieder fort. Ein dritter Theil versinkt im Boden vermöge seiner Schwere, namentlich in den Zeiten, wo die Verdunstung beinahe oder ganz aufhört, so tief, bis er an Felsen oder einer undurchlassenden Erdschicht einen Widerstand trifft, auf der das Wasser sich hinabzieht, um endlich als Quelle irgendwo wieder zu Tage zu kommen, und im weiteren Verlaufe Bäche und Flüsse zu bilden. Derjenige Theil des atmosphärischen Niederschlags, der nicht zur rechten Zeit abläuft oder verdunstet oder versinkt, macht den Boden naß und kalt, schadet der Vegetation der Kulturgewächse, und liefert das Wasser, welches auf künstliche Weise fortgeschafft werden muß. Dabei lassen sich drei wesentlich verschiedene Fälle unterscheiden.

1. Erweichen der Ackerkrume durch Tagewasser.

Das Regenwasser versinkt im Boden um so langsamer, je thoniger und bindiger derselbe ist, und je weniger Gefälle die Oberfläche desselben hat. Einen solchen Boden erweicht das Schnee- und Regenwasser in den Zeiten, wo wenig oder gar nichts verdunstet, in seinen obern Schichten und bei anhaltender Näsſe bis tief in den Untergrund hinein vollständig. Die Erfahrung hat festgestellt, daß die Erweichung bis zu 4 Fuß Tiefe Statt finden kann. Bei der Fähigkeit des Thons, das einmal aufgenommene Wasser auch wieder lange festzuhalten, geht später das Austrocknen nur langsam vor sich. Zwar kann man beim Aufgraben von Löchern in einem solchen Boden selbst in der Tiefe noch eine Menge von Rissen und Spalten entdecken, welche mit der Zeit durch den verschiedenen Feuchtigkeitszustand, und das dadurch bewirkte Ausdehnen und Zusammenziehen desselben entstanden sind, doch werden dieselben nach der Tiefe zu immer enger und feiner, weil da Trockenheit und Näſſe weniger wechseln, und deshalb auch keine so starke Zusammenziehung hervorrufen, wie in der Nähe der Oberfläche. Diese Risse und Spalten bieten dem abzuführenden Wasser nicht allein ein zu geringes Querprofil, um mit der nöthigen Geschwindigkeit hindurchfließen zu können, sondern es wirkt bei der Enge derselben auch noch die Adhäsions-Kraft und die Kapillarität dem Abfließen selbst entgegen. Es finden sich ferner in einem solchen Boden mehr oder weniger Poren und runde Löcher und Röhrchen, welche von Pflanzenwurzeln gebildet sind, und nach deren

Absterben offen bleiben*), außerdem Gänge von Regenwürmern und Insekten, Larven u. dergl. m.; allein auch diese werden nach der Tiefe zu einestheils immer dünner, anderntheils immer seltener, oder aber sie gehen gar nicht bis zur genügenden Tiefe hinab, und reichen ebensowenig aus, das Wasser schnell genug abzuführen.

Ist ein solcher Boden mit Holz oder Haidekraut oder Gras bewachsen gewesen, hat diese Decke ihn vor dem Austrocknen noch besonders geschützt, so sind auch in den obersten Schichten die Spalten noch sehr fein und kaum vorhanden. Deshalb ist Neubruch immer nasser, undurchlassender und darum auch kälter, als altes Ackerland von derselben Bodenmischung.

Aus einem solchen Boden, der bisher sein überflüssiges Wasser nur durch Verdunstung, also immer zu spät verlor, muß dasselbe durch Kunst schneller entfernt werden, um ihn wärmer und für die Kultur dankbar zu machen. Daß dies durch die Drainage desselben am besten geschieht, wird nach den vorhergegebenen Beweisen wohl zugegeben werden müssen. Hier werden die Drains bewirken, daß das Wasser zuerst in größerer Menge aus der Tiefe abfließt und daß dadurch der Untergrund stärker austrocknet, als früher. Bei diesem Austrocknen zieht er sich stärker zusammen, die vorhandenen Spalten erweitern, neue bilden sich. Der Frost im Winter hilft ebenfalls die Zerklüftung des Grundes vermehren. Die dadurch entstandenen Risse bleiben nun offen, weil der Boden nicht wieder zusammen schwimmt. In den breitern Rissen wirkt die Adhäsion und Kapillarität weniger stark. Das Profil der Wege für das abfließende Wasser wird größer. Durch das Austrocknen wird den Pflanzenwurzeln das Eindringen in größere Tiefen mög-

*) Wahrscheinlich ist hier der Boden von den Spitzen der feinsten Faserwurzeln, nachdem er vorher durch Wechselwirkung des Zellsaftes und der von ihm durch eine Membran getrennten Feuchtigkeit des Bodens aufgelöst worden, aufgenommen und assimilirt. Hat man doch in neuerer Zeit beobachtet, daß die Wurzeln von Lycopodium sauer reagiren und daß diese Pflanze, obgleich gewöhnlich nur auf Haideland vorkommend, sehr viel Thonerde enthält, die sie nur aus dem zersetzten Feldspath des Sandes erhalten haben kann. Werden die Wurzeln dann länger und stärker, so füllen sie die leeren Räume aus. Diese bleiben aber offen, wenn die Wurzeln später absterben und wieder vergehen.

lich und die Zahl derselben vermehrt sich. Auch dadurch werden die alten Kanäle für das Wasser erweitert und neue geschaffen. Das später eindringende Wasser wird mithin schon schneller abgehen können, die Austrocknung wieder früher beginnen und noch stärker werden, als zuerst. Die Wirkung der Drainage muß und wird in einem solchen Boden mit der Zeit zunehmen. Vielfache Erfahrungen bestätigen das.

2. Undurchlässigkeit des Untergrundes.

Sind die obern Schichten des Bodens nicht so streng und thonig, sondern mehr sandiger Natur, also durchlässiger, so versinkt das Wasser darin schon schneller. Dasselbe kann aber trotz dem den Pflanzen nachtheilig werden, wenn darunter in zu geringer Entfernung von der Oberfläche sich undurchlassender Untergrund findet, ja es kann dann manchmal noch schädlicher sein, als im ersten Falle, weil es wegen der Porosität der oberen Schichten in größerer Menge vorhanden ist, und längere Zeit vorhanden bleibt, wenn dieser Untergrund nicht eine starke Neigung hat, und das Wasser darauf deshalb nicht schnell genug abfließt, und weil es aus dieser Tiefe noch weniger verdunstet.

Auch bei solchen Lagen wird durch das Drainiren der Boden am gründlichsten entwässert, da auch der undurchlassende Untergrund in der vorher beschriebenen Weise bis zur Tiefe der Drains durchlassend gemacht wird.

3. Grundwasser.*)

Findet sich der undurchlassende Untergrund aber erst in größerer Tiefe, so daß das bis dahin versunkene Wasser den Pflanzen auf keine Weise mehr schädlich wird, so ist der Boden warm und trocken. Das versunkene Wasser bleibt aber in der Tiefe auf diesem Untergrunde nicht stehen, sondern fließt auf demselben nach niedrigeren Stellen hinunter. Kommt es auf diesem Wege der Oberfläche einmal wieder zu nahe, so macht es an solchen Stellen

*) Ich habe den Ausdruck Grundwasser absichtlich gewählt, um es von Quellwasser zu unterscheiden. Ersteres ist unter der Oberfläche verbreitet, und wird erst dann Quellwasser, wenn es an bestimmten Punkten zu Tage tritt. Jenes ist *gewöhnlich* die Ursache der Kälte des Ackers in größerer Ausdehnung, dieses versumpft ihn an einzelnen Stellen.

den Boden kalt und naß. Der Nachtheil desselben wird dann um so fühlbarer, je mehr leicht lösliche oder schädliche Salze es auf diesem Wege gefunden und aufgelöst hat, und je mehr es dadurch Pflanzen und Boden ungesund macht und vergiftet. Es ist in diesem Falle mithin nicht das auf dieser Fläche niedergefallene Regenwasser, welches nicht rechtzeitig abfließen kann, die eigentliche Ursache der Kälte des Bodens, sondern das Grundwasser, welches jenes ebensowohl am Versinken hindert, als es auch noch vorhanden ist, nachdem jenes längst wieder abgelaufen. Dieser dritte Fall kommt unendlich häufig vor. Es ist um so wichtiger, hier genau auf das Verhalten des Grundwassers im Boden einzugehen, als dasselbe bis jetzt nur selten klar erkannt ward, von der richtigen Auffassung aber der glückliche und gründliche Erfolg der Meliorationsarbeiten wesentlich bedingt ist.

Das Grundwasser ist also am andern Ort versunkenes Regenwasser, welches sich auf dem undurchlassenden Untergrunde da hinab gezogen hat, wo man es vorfindet. Die Formation dieses Untergrundes ist in Gebirgsgegenden gewöhnlich eine regelmäßige, und je nach der Hebung der Gesteine mehr oder weniger geneigte, in den Diluvialbildungen des nördlichen Deutschlands dagegen eine höchst unregelmäßige, und hier nach keinen bestimmten, einfachen und bis jetzt wenigstens nicht erkannten Gesetzen geschehen. An manchen Orten liegt derselbe mit der Oberfläche des Bodens ziemlich parallel, an andern ist er nichts weniger, als das, sondern auf das wirrste, wie von tobendem Wasser, unter einander geworfen. Jene Formation findet man am häufigsten an der Küste und in dem tiefern Binnenlande, diese auf dem Höhenzuge, welcher sich durch Preußen, Pommern, die Uckermark und Mecklenburg, vom Ural bis zur Elbe erstreckt, und auf dessen Ausläufern. Hier wechselt der Untergrund ebensosehr, wenn nicht noch mehr, als die obern Schichten. Er bildet Kessel, flach abfallende Ebenen, lang gezogene Thäler, schroffe Abhänge u. dgl. m. Hier tritt der undurchlassende Untergrund der Oberfläche nahe, das Grundwasser macht den Boden kalt, und wenig weiter unterhalb versinkt es wieder in die Tiefe, der Boden wird wieder wärmer. Wieder an andern Orten wechseln durchlassende und undurchlassende Schichten. In jenen ist das Wasser eingezwängt, durchbricht die letzteren an einzelnen Stellen, und tritt als nasse Galle im Acker auf u. s. w.

Auf demselben zieht sich das Grundwasser hinab, bald als breiter Strom von großer Ausdehnung, bald als schmaler Streifen, oft auch nur in einzelnen Adern u. s. w. Zuweilen bildet es gewissermaßen Seen.

Diese unterirdischen Gewässer vereinigen sich, den Flußgebieten auf der Oberfläche der Erde ähnlich, häufig aber haben sie ihren Abfluß auch nach verschiedenen Seiten.

Der Wasserspiegel des Grundwassers steigt, wenn bei nasser Zeit starke atmosphärische Niederschläge den Zufluß vergrößern, oder wenn der Abfluß geringer wird; er fällt, wenn jene Zuflüsse aufhören, und der Abfluß stärker wird. Dieser Abfluß wird ebensowohl dadurch bewirkt, daß das Grundwasser an einzelnen bestimmten Stellen zu Tage kommt, und in Rinnen über der Erde abläuft, Quellen bildet, und Bäche und Flüsse speist, als auch durch die Verdunstung auf den Flächen, unter denen es sich der Oberfläche nahe genug hinzieht. Dieser letztere Theil des Abflusses, wenn man es so nennen darf, ist sehr bedeutend (es wurde schon vorhin nachgewiesen, daß die Verdunstung des ganzen Jahres ungefähr ¾ der ganzen Regenmenge beträgt). Das ist übrigens schon lange bekannt, und spricht sich sogar in dem alten Sprüchwort aus:

„Zu Bartholomäi (24. August)
„Steigt das Wasser in die Höh'!"

Es heißt das nichts anderes, als: der Wasserspiegel des Grundwassers hebt sich im Boden, wenn gegen Ende August die Nächte länger werden, und die Verdunstung schwächer wirkt, wenn also der Abfluß nach dieser Seite hin nicht mehr so stark ist, als in den langen Sommertagen.

Der Einfluß der Verdunstung auf die Abnahme des Grundwassers läßt sich, wenn nach längerer Trockenheit, wenn die Drains noch wenig laufen, zwar Regen auf drainirtes Land fällt, doch nicht soviel, um nur die Ackerkrume zu sättigen, ja selbst wenn nur feuchtes und nebeliges Wetter eintritt, wenn also das Grundwasser im Boden bei unterbrochener Verdunstung gezwungen ist, einen andern Weg zu nehmen, recht deutlich daran erkennen, daß die Drains nach kurzer Zeit anfangen, stärker zu laufen.

Noch schlagender möchte ihn folgender Fall beweisen. Auf einem Gute wurde eine einige hundert Ruthen entfernte Quelle

in einem 3 Fuß tiefen Graben mit ziemlich starkem Gefälle längs dem sandigen, aber flach abfallenden Abhange des Höhenzuges nach dem Hofe hingeleitet, um das Wasser da recht bequem zu haben. Die Arbeit wurde im Herbst gemacht, das Wasser folgte ganz prächtig und lief den ganzen Winter hindurch zur Zufriedenheit Aller. Als aber im Frühjahr trockenes Wetter eintrat, wurde des Wassers an einem schönen Tage immer weniger, Nachmittags kam nichts mehr bis zum Hofe hin. Am andern Morgen war es wieder da, blieb aber gegen Mittag wieder zurück. Und so richtete sich das im Graben fließende Wasser immer nach dem Wetter. Je trockener die Luft, desto näher der Quelle zu war es aus dem Graben verschwunden. Das Wasser verdunstete aber nicht aus dem Graben, dazu war die Oberfläche des Wasserspiegels darin zu klein, sondern es zog unter dem sandigen, unterhalb des Grabens liegenden Ackerstücke fort, es wurde hier Grundwasser. Wenn nun bei trockenem Wetter diese ganze Fläche verdunstete, und damit der Abfluß befördert wurde, so wich das Wasser unter der Erde dem aus dem Graben nachfolgenden so schnell, daß der ganze Zufluß in den Boden einzog; hörte die Verdunstung und damit diese Seite des Abflusses auf, so konnte es unter der Erde nicht schnell genug abfließen und nur ein Theil des Quellwassers einziehen; der übrige ging dann in dem Graben bis zum Hofe hin.

Der unterirdische Wasserspiegel des Grundwassers stellt sich aber nicht immer so dar, wie der eines über der Erde abfließenden Stromes oder eines See's, bewegt sich nicht allein nach den Gesetzen, in welchen das Wasser überhaupt in Gräben oder Flußbetten fließt. Es kommt sehr häufig noch ein anderer Fall vor, und das ist bis jetzt sowohl von den Engländern, als auch von deren sämmtlichen Nachbetern ganz und gar übersehen, für die Drainage aber von der allergrößten Wichtigkeit. Das Grundwasser ist nämlich häufig eingeschlossen in Adern und durchlassenden Schichten des Bodens, welche von undurchlassenden umgeben sind. Es ist also gewissermaßen dazwischen eingeklemmt, und bewegt sich dann, nach den Gesetzen, nach denen sich das Wasser in Röhrenleitungen bewegt. Es ist aber eine bekannte Thatsache, daß das Wasser in dem aufwärts gerichteten Schenkel einer gebogenen Röhre in die Höhe steigt, und aus demselben sogar ausfließt, sobald nur in dem andern Schenkel die Druckhöhe größer

ist, als die des Abflusses. Es fließt aus dem nämlichen Schenkel sogar auch dann noch aus, wenn derselbe Ritzen und Löcher hat, und dadurch nach verschiedenen Seiten hin Wasser abgiebt, sobald nur der Zufluß auf der andern Seite größer ist, als der Abfluß durch jene Ritzen und Löcher.

Findet sich daher eine poröse mit Wasser angefüllte Bodenschicht im Untergrunde (später wird hierauf zurückgekommen werden), welche viel Gefälle hat (an der Höhe vielleicht noch mächtiger ist, als unten in der Niederung, oder hier gar ausläuft), — und ist dieselbe zwischen andern Schichten eingeklemmt, liegt also ein weniger durchlassender Boden darüber, so steigt das Wasser durch den Druck von oben her, sobald der Zufluß dort größer ist, als der Abfluß unten aus dieser tief liegenden Schicht, in den Spalten und durchlässigen Adern des darüberliegenden Bodens in die Höhe, ganz analog dem Wasser einer gebogenen Röhre, und macht ihn kalt. Das gilt für den Gebirgs- und Diluvialboden.

Ist ein solcher Boden dann nicht tief genug drainirt, kann deshalb das Grundwasser nicht direkt und in gehöriger Menge aus der porösen Schicht in die Drains eintreten, sondern muß es sich, um dahin zu gelangen, erst durch die Poren und Spalten des darauf liegenden undurchlassenderen Bodens durchquälen: so wird es, wenn dieser Weg zu enge ist, auch in andern Rissen und Spalten rc. zwischen den Röhrensträngen nach wie vor in die Höhe steigen, und den Boden trotz der Drainage kalt erhalten. Die Oeffnungen, durch die das Wasser in diesem Falle zu den Drains gelangt, werden sich auch mit der Zeit nur wenig erweitern, da sie unter dem Niveau des Grundwassers, also immer naß liegen. Aus dieser Ursache kann das Wasser dicht neben den Drains auf dem Acker stehen bleiben, ein Fall, der schon öfter vorgekommen ist. Die Drains erfüllen ihren Zweck dann nur sehr unvollkommen. Durch sehr dichtes Aneinanderlegen der Röhrenstränge, also durch einen bedeutenden, aber unnöthigen Kostenaufwand, kann unter diesen Verhältnissen der Nachtheil der zu flachen Drainage wohl einigermaßen, niemals aber ganz aufgehoben werden. Werden dagegen die Drains gründlich gemacht, d. h. in die Wasser führende Schicht hinein, oder noch darunter gelegt, so wird dieselbe, da sie stets mehr oder weniger poröse ist, durch die Wasserentziehung trocken gemacht, und dadurch selbst in einen weit verbreiteten Drain

verwandelt, und da kann sogar der Fall vorkommen, daß, wenn auf einer Seite einer Höhe gearbeitet, auf der andern gleichzeitig geholfen wird.

In großartigem Maßstabe und sehr deutlich sichtbar treten alle diese Verhältnisse beim Abgraben von Quellen hervor, welche oft unverändert bleiben, wenn auch Gräben dicht neben denselben, gleichviel, ob ober- oder unterhalb, ausgehoben werden, sobald diese nicht die das Wasser zuführende Bodenschicht oder die Wasserader treffen.*) Es walten hierbei dieselben Gesetze, es müssen also auch die nämlichen Resultate sich herausstellen. Daß es auf die Höhe dabei nicht ankommt, in welcher die undurchlassenderen auf den Wasser führenden Schichten liegen, sondern nur darauf, ob sich die letzteren höher hinauf erstrecken, als die erstern, ob also das in jenen enthaltene Wasser unter einem noch höheren Drucke sich fortbewegt, leuchtet von selbst ein. Wirklich findet man deshalb auch unter einem nassen und kalten Boden mit bedeutendem Gefälle, in dem die Nässe nur von dem in die Höhe getriebenen Grundwasser herrühren kann, die eigentliche Wasser führende Schicht oft erst in einer Tiefe von 8, 9 und mehreren Fußen.

Wird die darauf liegende undurchlassende Schicht durchbohrt, oder darin eine aufrecht stehende Röhre eingesetzt, so erhält man, wenn der Druck von oben her groß genug, der Abfluß unten aber gering oder gar nicht vorhanden ist, springende Quellen oder artesische Brunnen, oder ein ausgegrabenes Loch füllt sich bis zu einer gewissen Höhe mit Wasser, so weit, bis das aufsteigende Wasser auf dem Wege bis zur Oberfläche in den durchlassenderen oberen Schichten einen entsprechenden Abfluß findet. Diese Höhe bezeichnet dann den Wasserspiegel, bis zu welchem das Grundwasser in die Höhe gedrückt wird, und in welcher das in die Höhe gestiegene in den oberen Schichten wieder abläuft. Oft sind es nur einzelne Adern, welche auf diese Weise das Wasser in die Höhe und an die Oberfläche bringen.

Ein geringer Zufluß reicht aber sehr oft hin, große Flächen

---

*) Jedem, der quellige Abhänge drainirt hat, ist gewiß einmal, wenn nicht schon öfters der Fall vorgekommen, daß in unmittelbarer Nähe tiefer Drains die Quellen unverändert in die Höhe gesprudelt haben. An solchen Orten giebt es für die Lage 2c. der Drains gar keine Regeln. Da heißt es einfach, suchet, so werdet ihr finden.

wasser rc. wieder fort. Ein dritter Theil versinkt im Boden vermöge seiner Schwere, namentlich in den Zeiten, wo die Verdunstung beinahe oder ganz aufhört, so tief, bis er an Felsen oder einer undurchlassenden Erdschicht einen Widerstand trifft, auf der das Wasser sich hinabzieht, um endlich als Quelle irgendwo wieder zu Tage zu kommen, und im weiteren Verlaufe Bäche und Flüsse zu bilden. Derjenige Theil des atmosphärischen Niederschlags, der nicht zur rechten Zeit abläuft oder verdunstet oder versinkt, macht den Boden naß und kalt, schadet der Vegetation der Kulturgewächse, und liefert das Wasser, welches auf künstliche Weise fortgeschafft werden muß. Dabei lassen sich drei wesentlich verschiedene Fälle unterscheiden.

1. Erweichen der Ackerkrume durch Tagewasser.

Das Regenwasser versinkt im Boden um so langsamer, je thoniger und bindiger derselbe ist, und je weniger Gefälle die Oberfläche desselben hat. Einen solchen Boden erweicht das Schnee- und Regenwasser in den Zeiten, wo wenig oder gar nichts verdunstet, in seinen obern Schichten und bei anhaltender Nässe bis tief in den Untergrund hinein vollständig. Die Erfahrung hat festgestellt, daß die Erweichung bis zu 4 Fuß Tiefe Statt finden kann. Bei der Fähigkeit des Thons, das einmal aufgenommene Wasser auch wieder lange festzuhalten, geht später das Austrocknen nur langsam vor sich. Zwar kann man beim Aufgraben von Löchern in einem solchen Boden selbst in der Tiefe noch eine Menge von Rissen und Spalten entdecken, welche mit der Zeit durch den verschiedenen Feuchtigkeitszustand, und das dadurch bewirkte Ausdehnen und Zusammenziehen desselben entstanden sind, doch werden dieselben nach der Tiefe zu immer enger und feiner, weil da Trockenheit und Nässe weniger wechseln, und deshalb auch keine so starke Zusammenziehung hervorrufen, wie in der Nähe der Oberfläche. Diese Risse und Spalten bieten dem abzuführenden Wasser nicht allein ein zu geringes Querprofil, um mit der nöthigen Geschwindigkeit hindurchfließen zu können, sondern es wirkt bei der Enge derselben auch noch die Adhäsions-Kraft und die Kapillarität dem Abfließen selbst entgegen. Es finden sich ferner in einem solchen Boden mehr oder weniger Poren und runde Löcher und Röhrchen, welche von Pflanzenwurzeln gebildet sind, und nach deren

Absterben offen bleiben*), außerdem Gänge von Regenwürmern und Insekten, Larven u. dergl. m.; allein auch diese werden nach der Tiefe zu einestheils immer dünner, anderntheils immer seltener, oder aber sie gehen gar nicht bis zur genügenden Tiefe hinab, und reichen ebensowenig aus, das Wasser schnell genug abzuführen.

Ist ein solcher Boden mit Holz oder Haidekraut oder Gras bewachsen gewesen, hat diese Decke ihn vor dem Austrocknen noch besonders geschützt, so sind auch in den obersten Schichten die Spalten noch sehr fein und kaum vorhanden. Deshalb ist Neubruch immer nasser, undurchlassender und darum auch kälter, als altes Ackerland von derselben Bodenmischung.

Aus einem solchen Boden, der bisher sein überflüssiges Wasser nur durch Verdunstung, also immer zu spät verlor, muß dasselbe durch Kunst schneller entfernt werden, um ihn wärmer und für die Kultur dankbar zu machen. Daß dies durch die Drainage desselben am besten geschieht, wird nach den vorhergegebenen Beweisen wohl zugegeben werden müssen. Hier werden die Drains bewirken, daß das Wasser zuerst in größerer Menge aus der Tiefe abfließt und daß dadurch der Untergrund stärker austrocknet, als früher. Bei diesem Austrocknen zieht er sich stärker zusammen, die vorhandenen Spalten erweitern, neue bilden sich. Der Frost im Winter hilft ebenfalls die Zerklüftung des Grundes vermehren. Die dadurch entstandenen Risse bleiben nun offen, weil der Boden nicht wieder zusammen schwimmt. In den breitern Rissen wirkt die Adhäsion und Kapillarität weniger stark. Das Profil der Wege für das abfließende Wasser wird größer. Durch das Austrocknen wird den Pflanzenwurzeln das Eindringen in größere Tiefen mög-

---

*) Wahrscheinlich ist hier der Boden von den Spitzen der feinsten Faserwurzeln, nachdem er vorher durch Wechselwirkung des Zellsaftes und der von ihm durch eine Membran getrennten Feuchtigkeit des Bodens aufgelöst worden, aufgenommen und assimilirt. Hat man doch in neuerer Zeit beobachtet, daß die Wurzeln von Lycopodium sauer reagiren und daß diese Pflanze, obgleich gewöhnlich nur auf Haideland vorkommend, sehr viel Thonerde enthält, die sie nur aus dem zersetzten Feldspath des Sandes erhalten haben kann. Werden die Wurzeln dann länger und stärker, so füllen sie die leeren Räume aus. Diese bleiben aber offen, wenn die Wurzeln später absterben und wieder vergehen.

auszukälten. Letzteres ist besonders auf Aeckern der Fall, welche nur nasse Stellen haben. Hier ist das Wasser immer an den höchsten Punkten dieser nassen Stellen zu suchen.

Die Differenz in dem Stande des unterirdischen Wasserspiegels ist zu verschiedenen Zeiten sehr bedeutend, weil ein nur wenig stärkerer Zufluß in den engen Zwischenräumen zwischen den Bodenpartikelchen schon einen großen Raum einnimmt.

Ueber diesen Wasserspiegel steigt das Wasser noch durch Kapillarität in die Höhe. Die Kapillarität ist von dem Aggregatzustande des Bodens abhängig. Je feinkörniger derselbe ist, je mehr Haarröhrchen dessen Bestandtheile bilden, desto höher steigt darin das Wasser empor, so im Sandboden 1½ Fuß, im Moostorf dagegen sogar bis zu 20 Fuß. Das durch Kapillarität in die Höhe gestiegene Wasser macht den Boden wohl feucht, es läuft aber nie mit dem Boden zugleich in ein ausgegrabenes Loch hinein, wie es das freie Wasser thut. Die Kapillarität ist in recht feinem mehlartig sandigen Boden oft so stark, daß sie selbst das freie Wasser festhält. Die Probelöcher darin füllen sich nicht mit Wasser, wenn auch der Boden beinahe schwimmt, sobald man ihn in der Hand etwas schüttelt. Da Aufsteigen des Wassers im Boden durch Kapillarität befördert aber dessen Verdunstung und dadurch dessen Abfluß, es ist der Hauptfaktor für dessen Entfernung.

Das Grundwasser ist an vielen Orten das ganze Jahr hindurch in Bewegung, an andern verschwindet es im Sommer, je nachdem derselbe naß oder trocken ist, weniger oder mehr, zuweilen ganz. Wird dessen Abfluß durch die Drains befördert, oder wird dadurch eigentlich dessen Ansammlung gründlich verhindert, so hört es in den meisten Fällen beim Eintritt des wärmern Frühjahrswetters ganz auf, zu fließen, es verschwindet bis zum Niveau der Drains, hält aber den darüber liegenden Boden immer noch hinreichend feucht, indem es durch Kapillarität &c. über dies Niveau in demselben in die Höhe steigt.

Die seitliche Bewegung desselben kann aber, verzögert durch Adhäsion in den engen Zwischenräumen des Bodens, sogar bei bedeutendem Gefälle des Untergrundes, über welchen es fortläuft, nur eine sehr langsame sein; daher das ganz allmälige Sinken desselben bei eintretender Trockenheit. Der hauptsächlichste Wasserfluß bewegt sich gewöhnlich unmittelbar über dem undurchlassenden

Untergrunde. Hier ist der Boden davon in der Regel am meisten und am längsten erweicht und besteht aus Triebsand, Schlick u. dgl. Oft liegen auch mehrere solcher Wasser führenden Schichten übereinander. In solchen Lagen sind Bohrlöcher oft von überraschender Wirkung.

§ 4. Kennzeichen der Nässe des Bodens.

Schon der bloße Anblick des Landes giebt dem Praktiker einen ziemlich sichern Anhalt bei der Beurtheilung des Bodens. Auch kennt jeder aufmerksame Landwirth die Stellen seines Feldes aus eigener Erfahrung ganz genau, an denen ihm die Nässe mehr oder weniger Schaden thut. Das tiefe Eintreten von Menschen und Vieh in den erweichten Boden bei anhaltendem Regenwetter, die dunklere Farbe, das spätere Abtrocknen des gepflügten und geeggten Landes, die Nothwendigkeit einer späten Bestellung, das häufige Vorkommen einzelner Arten von Unkräutern, z. B. der Quecke (Triticum repens), des Näthgrases (Juncus bufonius) und anderer Binsen, des Bitterkrauts (Polygonum hydropiper und persicaria), der Gänseblume (Potentilla anserina), der Ranunkeln (Ranunculus repens und flammula), der Münze (Mentha), des Augentrostes (Euphrasia odontites), der Trespe (Bromus secalinus), des Windhalms (Agrostis spica venti und stolonifera), der Disteln (Cnicus arvensis) u. s. w., das spätere Reifen und die Unsicherheit des Ertrages der Kulturgewächse und das häufige Auswintern derselben, das viele Wühlen der Maulwürfe u. dgl. m., sind gewöhnliche Kennzeichen von Nässe im Untergrunde.

Noch augenscheinlicher ist dieselbe zu erkennen, wenn man zur Bestellzeit im Herbst oder Frühjahr auf den nassen Ländereien 4 bis 6 Fuß tiefe Löcher graben läßt. Je nach der Nässe des Bodens findet sich in denselben Wasser, und steigt darin bis zu sehr verschiedener Höhe an, d. h. es bleibt drei, zwei, einen Fuß unter der Oberfläche des Erdbodens stehen. Zuweilen werden diese Probelöcher voll, ja sie laufen an recht quelligen Stellen manchmal sogar über.

Nach dem in der angegebenen Zeit in diesen Löchern sich findenden Wasserstande läßt sich annähernd auf die Nothwendigkeit der Drainage schließen. Ist das Wasser darin bis zur Oberfläche gestiegen, oder steht es nur einen Fuß unter derselben, so ist ein

solcher Boden schlumpig im höchsten Grade. Selbst noch bei 3 Fuß Tiefe ist die Trockenlegung um so nöthiger, je feinkörniger der Aggregatzustand, und je besser die Qualität des Bodens ist. Liegt der Wasserspiegel unter 3 Fuß (natürlich bei anhaltend nassem Wetter), so kann das Drainiren an manchen Orten vielleicht noch wünschenswerth sein, für dringend nothwendig wird es in diesem Falle nicht immer erkannt werden können.

§ 5. Wo ist die Drainage anwendbar?

Jeder trockene warme Boden hat in seinem durchlassenden Untergrunde einen einzigen weit verbreiteten Drain unter sich, von dem das versinkende und versunkene Wasser schnell und in einer für die Vegetation unschädlichen Tiefe nach andern Gegenden abgeführt wird. Einen solchen Boden noch drainiren, hieße Eulen nach Athen tragen! Die Röhren darin würden nimmer laufen. Wenn solche Sachen auch von England her zuweilen empfohlen werden, wenn auch der Nutzen der Röhren dort nicht darin gesucht wird, daß sie Wasser abführen (denn man kommt sehr bald dahinter, daß sie das hier nicht thun), sondern daß sie die Cirkulation der Luft im Boden befördern, so sucht man dadurch nur ein verfehltes Unternehmen zu beschönigen. Die Luftcirkulation hat in den Zwischenräumen zwischen den Bodenpartikeln viel mehr Spielraum, als in den einzelnen Röhrensträngen. Solche Sachen sind daher immer nur mit großer Vorsicht aufzunehmen. Es wird so etwas auch dort nur von Einzelnen einmal ausgeführt, und die ersten englischen Ingenieurs, mit denen Verfasser darüber gesprochen, erklären die sogenannten Luftdrains, wie das auch nicht anders zu erwarten ist, für zwecklos. Schaden können sie dem Lande eben so wenig, als sie nutzen. Man drainirt auf diese Weise nur den Geldbeutel, ohne von dem fortlaufenden Inhalte desselben Vortheil erwarten zu dürfen.

Ebensowenig eignen sich diejenigen nassen Terrains zum Drainiren, welche bei flacher Lage, d. h. ziemlich horizontaler Oberfläche, wenig Gefälle und keine Vorfluth haben, wie die Niederungen an den größeren Strömen, dem Rhein, der Elbe, Oder, Weichsel 2c. Ihnen ist nur durch offene Gräben zu helfen, wenn nicht Wasserhebemaschinen angewendet werden, um das Unterwasser fort, und auf diese Weise die nöthige Vorfluth zu beschaffen.

Dagegen eignet sich jeder andere nasse Boden um so mehr zum Drainiren, je nachtheiliger die Einwirkungen des darin enthaltenen Wassers auf die Kultur sich herausstellen, ja, es wird sich lohnen, einen jeden schweren Boden, wenn derselbe auch nicht einmal geradezu kalt zu nennen ist, zu drainiren. Zwar wird der in seiner Zusammensetzung bessere, also der lehmige, schwere Boden in der Regel die aufgewandten Kosten höher verzinsen, allein er wird auch ein größeres Anlagekapital erfordern, als der leichtere, sandigere Acker. Indessen wird auch dieser nach der Trockenlegung größere Erträge liefern, als der von Natur trockene warme Sandboden. Die daran verwendete Mühe und Arbeit wird immer reichlich bezahlt, das angelegte Kapital hoch verzinst werden.

Nur bei Eisenboden könnten Zweifel über die Nützlichkeit des Drainirens entstehen, allein auch bei diesem ist nicht daran zu zweifeln. Der Eisenboden ist gerade ein Produkt des Wassers, durch eisenreiches Grundwasser nach und nach hervorgebracht, wie schon oben § 1, 6 nachgewiesen ist. Das Eisen darin geht, an die Luft gebracht, andere Verbindungen ein, und es ist wahrscheinlich, daß es dies im Boden und Untergrunde ebenfalls thun werde, sobald nur jenes Wasser erst abgeführt und der Luft der Zutritt geöffnet ist. Das darin nachtheilige Eisenoxydul verwandelt sich in Oxyd, und wird dadurch unlöslich und unschädlich. Ueberdies löst das von obenher durchsinternde, freie Kohlensäure enthaltende Wasser das Eisenoxydul auf, und führt es den Drains zu, wenigstens führen die Drains aus solchem Boden zu Zeiten sehr eisenreiches Wasser ab. Auch hat die Erfahrung nicht allein in England auf den Sir Robert Peel'schen Gütern, sondern auch sehr vielfach schon bei uns die Nützlichkeit des Drainirens in solchem Boden bereits bestätigt. Der Erfolg wird in sehr eisenreichem Boden mit der Zeit immer größer und sichtbarer werden.

Die Drainage ist ferner nicht allein in altem Ackerlande anwendbar und Nutzen versprechend, sondern auch und vorzugsweise bei der Urbarmachung von nassem Forstgrund, Haide und Grasland. § 3, 1 ist auseinandergesetzt, warum ein solcher Boden immer nasser ist, als alter Acker von derselben Bodenmischung. Dieser Qualität entsprechende Erträge, genügende Wirkung des Düngers, des Mergels ꝛc. sind erst zu erwarten, nachdem der Boden durch Drainage gründlich trocken gelegt ist.

Was endlich die Drainage der Wiesen betrifft, so ist dabei zu berücksichtigen, daß diese eben nur durch einen gewissen Grad von Nässe graswüchsig sind, daß der Ertrag derselben aber ebensosehr durch zu viele Feuchtigkeit, als durch zu große Trockenheit leidet. Es sind daher folgende Fälle zu unterscheiden:

1) Die Wiesen haben festen Boden.
2) Die Wiesen haben torfigen und bruchigen Boden.
   a) sie bilden breite, ziemlich ebene Flächen, welche wenig Grundwasser haben;
   b) hoch ansteigende moorige Flächen, welche entweder zu Tage kommende Quellen oder viel Grundwasser haben.

Bei natürlichen Wiesen mit festem Boden rührt die Nässe immer von Quellen oder Grundwasser her. Sie haben in größerer oder geringerer Tiefe immer Schlick oder Triebsand. Es treten dabei immer dieselben Erscheinungen auf, wie bei nassem Acker. Der Ertrag richtet sich immer nach der Qualität des Grundwassers. Auch ist in solchen Flächen in der Regel ein genügendes Gefälle und Vorfluth vorhanden oder zu schaffen. Die Fortschaffung der Nässe ist deshalb jedenfalls am leichtesten und besten durch Drainage zu erzielen. Sollen aber solche Grundstücke ferner noch als Wiese benutzt werden, so wird es schwer werden, das rechte Maaß der Entwässerung zu treffen, ihnen nur die schädliche Nässe zu nehmen, die zum Graswuchs nothwendige aber zu erhalten; sie ganz trocken zu legen, ist viel leichter. Es wird überhaupt die Frage sein, ob sie nach dem Drainiren nicht trotzdem, daß die Heuerträge in der ersten Zeit höher werden, mit der Zeit doch nachlassen, und ob es deshalb nicht besser ist, sie ganz trocken zu machen, und sie als Acker zu benutzen? Das ist sogar wahrscheinlich.

Ganz anders ist das Verhältniß bei torfigen und bruchigen Wiesen, welche sehr flach liegen, und oft durch einen Bach oder Fluß durchschnitten werden. In solchen Wiesen findet sich gewöhnlich sehr wenig Grundwasser, und die Trockenlegung geschieht durch ein oder zwei offene Gräben ganz gründlich und auf sehr weite Entfernung hin, sobald dieselben an der rechten Stelle und in den gehörigen Dimensionen gemacht werden. Hier ist die Drainage nicht nöthig.

Dagegen wird das Drainiren im Bruch- oder Torfboden, welcher nach dem Thalrande zu hoch ansteigt, ganz vortreffliche Dienste leisten. Dieses Ansteigen ist ein sicheres Zeichen, daß Quel-

len oder stark zuströmendes Grundwasser darunter liegen. Nur müssen die Drains auf dem rechten Fleck, d. h. in der Richtung auf die höchsten Stellen des Moores, und in der gehörigen Tiefe bis in den Wasser führenden Untergrund, wenn möglich noch über das Moor fort und in den dahinter liegenden festen Boden hineingearbeitet werden. Verfasser hat in solchen Fällen vielfach Strauchdrains angewandt und erlebt, daß der bei dem schnellen Entweichen des Wassers sich stark zusammenziehende Moorboden auf jeder Quadratruthe handbreite tief hinabgehende Spalten bekam.

Man braucht im Moor und Bruch vor zu großer Austrocknung viel weniger Sorge zu haben als bei festem Boden, da der Moorboden das Wasser durch Kapillarität aus sehr großer Tiefe emporzuheben vermag, und sich deshalb auch länger feucht erhält. Man ist jedoch bei lange anhaltender Dürre und Hitze vor dem Ausbrennen der Narbe auch hier durchaus nicht sicher.

Von der Ergiebigkeit der Quellen hängt die Anwendung von Drainröhren oder anderen Sachen ab. Sprudelt nämlich bei dem Aufgraben das Wasser an einzelnen Stellen sehr stark hervor, so ist es unmöglich, dasselbe in einen gewöhnlich gelegten Röhrenstrang hineinzubekommen. Die Weite der Stoßfugen genügt dazu nicht. An solchen Orten sind Strauchdrains häufig gerechtfertigt, zumal in dem beständigen Wasserlauf darin eine gewisse Garantie der Dauer gegeben ist. Es bleibt dann aber immer rathsam, aus dem Strauch eine einzige Wurst von der Länge des ganzen Grabens recht fest zusammenzubinden. Mit solcher Faschinenwurst lassen sich Drainröhren weiter unterhalb recht gut in Verbindung bringen. Häufig wird es auch möglich, einen Brunnen oder eine Tonne an solchen Stellen einzusenken, und von dieser ab die entsprechend weiten gebrannten Thonröhren zu legen. Dabei ist dann allerdings darauf Acht zu haben, daß der von solchen Quellen spielend in die Höhe geworfene Sand nicht in die Röhren hineintreiben kann, was in der Regel durch entsprechend hohe Ableitung der Röhren aus dem Brunnen oder der Tonne, und durch längeres Offenlassen der Gräben zu erreichen ist.

§ 6. Lage der Drains.

In früherer Zeit hat man sich vielfach über die den Drains zu gebende Richtung gestritten, indeß in neuerer Zeit sich fast all-

gemein darüber geeinigt, daß dieselben mit dem größten Gefälle des Bodens angelegt werden müssen. Dennoch sieht man noch vielfach gegen diese Regel fehlen, zuweilen hört man sogar von Leuten, die noch in dem Rufe stehen, daß sie das Drainiren verstehen, wenigstens für bergiges Terrain die andere Richtung (analog den Fanggräben) empfehlen; daher müssen die Gründe, warum jene die beste ist, und diese nirgends und am wenigsten in hügeligem Lande etwas taugt, hier auseinandergesetzt werden.

Werden Drains, wie früher die Fanggräben, längs dem Bergabhange gelegt, so giebt es unterhalb derselben, auf der Oberfläche des Bodens oder in der Nähe derselben Punkte, Tab. I. Fig. 1 aa, welche niedriger liegen, als die Röhren der Drains. Das von der einen oberen Seite durch die Stoßfugen in die Röhren eingetretene Wasser hat das Bestreben, auf der andern unteren Seite der nämlichen Stoßfuge wieder auszutreten und durch den Erdboden hindurch nach jenen niedrigern Punkten aa weiter- und abzufließen. Nur ein Theil des eingetretenen Wassers wird deshalb von den Röhren aufgenommen, ein anderer, wenn auch geringer, fließt wirklich wieder heraus, und erhält den Boden unterhalb naß; denn der Erdboden ist unterhalb ebenso durchlassend als oberhalb, wo er das Zufließen des Wassers doch gestattet.

Noch ungünstiger ist das Resultat, wenn unter dem Drain eine Wasser führende Schicht bb liegt, welche von demselben nicht erreicht, oder wenn dieselbe sehr mächtig, nicht ganz durchschnitten wird. Dann wird nur ein geringer Theil des nachtheiligen Grundwassers in den Drain eindringen, der andere größere wird unter der Sohle des Drains nach wie vor hindurchfließen, möglicher Weise sogar, wenn im Boden aufsteigende Sandadern cc sind, dicht neben dem Drain, vermöge des Drucks von oben her, gerade aufsteigen und den Boden naß erhalten.

So wirken Drains in dieser Lage im günstigsten Falle nur nach oben, selten nur und niemals weit nach unten. Es wird noch vor dem Punkte a ein neuer Drain nöthig und die nothwendige Entfernung derselben von einander um so geringer, jemehr Gefälle der Boden hat, und je flacher die Drains gelegt werden. Außerdem erhalten diese ein verhältnißmäßig geringes Gefälle und verstopfen sich deshalb leicht.

Haben sie dagegen die Richtung des stärksten Gefälles, so sind

sie den Verstopfungen durch eingetriebenen Sand nicht nur weit weniger ausgesetzt, sondern sie erfüllen auch den Zweck der Trockenlegung viel sicherer und besserer. Jeder Wassertropfen a Fig. 2 Tab. I., der zwischen zwei bergabgehenden Röhrensträngen b b höher ist, als diese, wird nämlich nicht allein das Bestreben haben, gerade bergab zu fließen nach c, sondern ebensowohl nach b, weil er auch dahin Gefälle hat. Er wird also die aus beiden Kräften kombinirte Richtung a d nehmen. Nun ist zwar die Entfernung von a bis d größer als a e; da aber das Gefälle von a nach d gleichfalls größer ist, so wird deshalb auch die Geschwindigkeit des dahin fließenden Wassers größer sein müssen. Das Wassertheilchen a wird also auch eben so schnell von a nach d direkt gelangen, als wenn es zuerst langsamer von a nach e und von da wieder schneller nach d ginge. Wäre dies aber auch nicht der Fall, käme es auch wirklich etwas später nach d, so schadet das gar nicht. Es gelangt unter allen Umständen in die Drainröhre hinein, und das genügt. In derselben Art muß aber jeder Tropfen, der zwischen zwei Drains über deren Niveau in die Höhe steigt, in die Röhren sich hineinziehen. Diese Drains wirken daher nach beiden Seiten gleich weit, und können deshalb doppelt so weit auseinander gelegt werden, als die zuerst angeführten. Sie werden aber in dieser Weise in der Regel auch tiefer in die Wasser führende Schicht hineingelegt werden können, und deshalb gründlicher wirken, wenn auch ihre Entfernung von einander verhältnißmäßig sehr weit angenommen wird. Sie werden daher endlich jenen gegenüber auch ein viel geringeres Anlagekapital in Anspruch nehmen. Die Vorzüge dieser Richtung sind zu einleuchtend und zu unwiderleglich, als daß sie noch angezweifelt werden könnten.

Wenn von manchen Seiten bei der Bestimmung der Richtung der Drains eine gewisse Rücksichtsnahme auf die verschiedenen Himmelsgegenden empfohlen wird, z. B. die Richtung von Norden nach Süden der von Osten nach Westen vorgezogen werden soll, um die Sandadern zu durchschneiden, welche meist von Ost nach West laufen, so ist das weiter nichts, als eitel Bombast, ohne allen Zusammenhang und Halt.

§ 7. Tiefe der Drains.

Rührt die Nässe des Bodens nur davon her, daß das Schnee- und Regenwasser nicht schnell genug darin versinken kann (§ 3, 1 und 2), besteht die Ackerkrume oder der Untergrund aus strengem Lehm oder Thon, und enthält derselbe kein Grundwasser, so werden die Erfahrungen der englischen Ingenieurs und Praktiker, des Mstr. Parkes, Mechi und Anderer maaßgebend sein müssen. Die Frage über die Tiefe der Drains ist in England zwar noch nicht ganz erledigt; die ältere Schule der Pächter gestattet höchstens eine Tiefe von 3 Fuß, die neuere dagegen, zu der die oben genannten Männer gehören, verlangt eine größere Tiefe von 4 bis 5 Fuß, und beide berufen sich auf ihre Erfahrungen; doch scheint die letzte Ansicht immer mehr allgemeine Geltung zu erhalten. Außerdem aber, daß solche Autoritäten für diese Ansicht sind, verdient die tiefere Drainage für unsere Verhältnisse im nördlichen Deutschland unstreitig schon darum den Vorzug, weil der Boden zuweilen bis zu 3 Fuß Tiefe gefriert, und es unmöglich für die Drains vortheilhaft sein kann, wenn sie einfrieren. Daß dies aber geschieht, beweisen nicht allein die Temperaturbeobachtungen des aus den Röhren im Winter ausfließenden Wassers, sondern es hat das fast ein Jeder auch schon erlebt. Bei größerer Tiefe wird dies niemals Statt finden, und daher werden die tiefer gelegten Drains auch nie versagen. Bei tieferer Lage der Röhren liegt über denselben ferner eine stärkere Erdschicht, gleichsam ein dickeres Filter, durch welches das Regenwasser und die davon aufgelösten Stoffe der oberen Krume hindurch filtrirt werden. Dadurch gehen aber entschieden weniger Pflanzennahrungsstoffe verloren und bleiben deren mehrere im Untergrunde zurück, welche von tiefgehenden Wurzeln immer wieder emporgeholt und nutzbar*) werden, als wenn das

*) Nach neueren Beobachtungen führt das aus den Drains ausfließende Wasser Ammoniaksalze und Phosphor-Verbindungen fast gar nicht, Kalisalze in sehr geringer Menge ab. Kali, Phosphor und Stickstoff sind aber nach den neueren Untersuchungen für die Vegetation von sehr großer Bedeutung, und darum deren Erhaltung im Boden, welche durch tieferes Drainiren sicherer, als durch flaches zu erreichen ist, von großer Wichtigkeit. Sie werden durch die Wurzeln der Kulturgewächse auch aus der Tiefe des Untergrundes wieder empor geholt, da man weiß, daß der Waizen mit seinen Wurzeln bis 7 Fuß, Roggen 5 Fuß u. s. w. tief in denselben eindringen, wenn sie darin nur die zu ihrer Fortbildung nöthigen Bedingungen vorfinden.

damit geschwängerte Wasser schnell in die flachliegenden Drains gelangt, oder gar über der Erde abläuft. Die tieferen Drains sind den Verstopfungen durch das Eindringen von Wurzeln entschieden weniger ausgesetzt, als die flach liegenden. Endlich verdient die tiefe Drainage auch noch darum den Vorzug vor der flachen, weil das Aufsteigen des Wassers durch Kapillarität über das Niveau der Drains ein zu starkes Austrocknen des Bodens nicht befürchten läßt. In kaltem sandigen und leichten Boden, in welchem diese Kraft weniger stark sich äußert, verbietet sich das zu tiefe Drainiren in der Regel schon von selbst, denn ein solcher Boden ist gerade nur darum naß, weil im Untergrunde desselben Triebsand oder Schlick liegt, in die ein tiefes Eindringen nicht gut möglich ist. Schließlich muß auch noch angeführt werden, daß durch tieferes Drainiren Anlagekapital gespart wird.

Etwas anders, dem flachen Drainiren fast noch weniger günstig, liegt die Sache, wenn Grundwasser vorhanden ist, wenn also im Untergrunde eine wirklich Wasser führende Schicht sich vorfindet. In diesem Falle sind die Drains, wie schon oben nachgewiesen, unstreitig am wirksamsten, wenn sie in den festen Boden unter derselben gelegt werden. Haben sie dann eine genügende Größe, so werden sie das Grundwasser nie über diese Schicht in die Höhe steigen lassen, ihr alles entziehen, und sie dadurch selbst zu einem weit verbreiteten Drain machen. Schon oben ist angedeutet worden, wie wesentlich es in solchen Verhältnissen auf das Eingraben bis zur richtigen Tiefe ankomme. Hier mag noch ein Beispiel als Beweis dafür angeführt werden.

In einem sehr nassen Ackerstücke wurde die Tiefe der Drains nach dem verschiedenen Gefälle, nach der Möglichkeit der Vorfluth u. s. w. verschieden bestimmt. Einer derselben sollte an seinem oberen Ende 7 Fuß tief gemacht werden. Bei der Arbeit fand sich bis zu 5 Fuß Tiefe der Boden nur feucht, durchaus nicht zu naß. Nachdem noch ein Spatenstich herausgenommen, also bei 6 Fuß, floß das Wasser von allen Seiten in Strömen zu. Die Grabenwände fielen zusammen, und nur mit großer Mühe war ein tieferes Eindringen in den Boden möglich, allein es mußten dafür auch, nachdem endlich die Tiefe von 7 Fuß erreicht war, sofort zweizöllige Röhren in diesen Saugdrain eingelegt werden, weil einzöllige die zuströmende Wassermenge nicht zu fassen und abzuführen vermoch-

ten. Werden in solchen Fällen die Drains zu flach gelegt, so bleibt der Boden selbst dann, wenn die Röhrenstränge verhältnißmäßig sehr nahe aneinander angeordnet werden, ganz entschieden naß.

Das Verfahren des Herrn Pogge beim Aufgraben von Quellen, welches der Verfasser sehr oft mit dem allerglücklichsten Erfolge angewendet hat, und welches darin besteht, daß der Graben am untern Ende nur flach, d. h. so tief, wie es die Vorfluth gestattet, angefangen und immer tiefer in den Erdboden hineingearbeitet wird, je höher das Terrain sich erhebt, wird auch bei dem Drainiren höchst anwendbar und von Erfolg sein. In der Regel steckt das meiste Wasser unter den höchsten Bergen, aber da tief unter der Erdoberfläche. Der Verfasser hat vielfach Draingräben in dieser Weise auswerfen lassen, bei denen am Fuß des Berges eine Tiefe von 4 Fuß, an der Höhe von 8 Fuß indicirt war, und mit deren Sohle überall eine zusammenhängende Triebsand- oder Schlickschicht durchschnitten, welche von einem Ende bis zum andern sogleich nach dem Aufgraben Wasser abzugeben anfing. Selbst da, wo die Wasser führende Schicht 8 Fuß unter der Oberfläche lag, war der Boden im Frühjahr zu naß, und bedurfte der Entwässerung.

Findet sich also bei der Untersuchung des kalten Bodens auf 8—9 Fuß Tiefe eine Wasser führende Schicht, so müssen die Drains auch so tief gelegt werden, wenn sie den größtmöglichsten und sichersten Erfolg haben sollen. Dieselben werden aber, wenn auch das Grundwasser in so bedeutender Tiefe abgleitet wird, den Boden nicht zu trocken machen, weil dieser Fall nur in Lehm- und Thonboden vorkommt, in einem Boden also, welcher die Fähigkeit hat, das Wasser lange festzuhalten, und dasselbe durch Kapillarität bis zu einer bedeutenden Höhe zu heben. Auch hat der Erfolg dies schon bewiesen. Bei großer und sehr lange anhaltender Dürre hat sich Gerste auf so tief drainirtem Boden im vorigen Jahre ganz vortrefflich gehalten.

Dieses Durchgraben der Schlick- oder Triebsandschicht ist indessen nur möglich, wenn dieselbe eine geringe Mächtigkeit besitzt. Sobald dieselbe nur von einiger Bedeutung ist, wird das tiefe Eindringen sehr schwierig, und doch wird aus den schon oben angeführten und oft wiederholten Gründen eine gewisse Tiefe nothwendig. Die Draingräben müssen in diesem Falle wenigstens so tief ausgehoben werden, als sich der Boden beim Graben noch hart anfühlt,

ihre Sohle muß also bis in den unteren, weicheren Theil der Wasser führenden Schicht hinabreichen. Daß zu einer so schwierigen Arbeit die trockenste Jahreszeit, in welcher der niedrigste Stand des unterirdischen Wassers die wenigsten Hindernisse erwarten läßt, zu benutzen ist, versteht sich wohl von selbst.

Sollte jedoch für die auf diese Weise bestimmte Tiefe nicht die genügende Vorfluth vorhanden sein, so bleibt allerdings nichts weiter übrig, als aus der Noth eine Tugend zu machen, und flacher zu drainiren. Man muß aber in diesem Falle die Röhrenstränge verhältnißmäßig näher aneinanderrücken als sonst, so tief gehen, als irgend möglich, und wenigstens am obern Ende des Drains die Wasser führende Schicht zu fassen suchen. Wenn die Saug- oder Sammeldrains in einen offenen Graben münden, welcher ihnen Vorfluth zu schaffen, gleichzeitig aber auch Tagewasser abzuführen bestimmt ist, so schadet es nach den Erfahrungen der Engländer, welche hier vielfach bestätigt werden, nicht, daß die Ausflußöffnungen bei hohem Wasserstande im Graben zuweilen unter Wasser gesetzt werden, auch wenn dieselben unmittelbar auf der Grabensohle ausmünden, so daß der auf dem Grunde des Grabens fortrollende Sand u. s. w. zu Zeiten davor gespült und abgelagert wird. Das aus den Drains ausfließende Wasser schafft sich zur Zeit selbst wieder Luft. Dies ist bei Bestimmung der Tiefe der Drains an Orten, wo die Vorfluth mangelt, wichtig, es wird aber dadurch die Untersuchung nicht entbehrlich, ob die Vorfluth nicht auf irgend eine Weise durch Vertiefen, Geradelegen der Gräben, Bäche u. s. w. in genügender Größe zu schaffen, und dadurch billiger und leichter der Zweck zu erreichen und deshalb die Ausführung dieser Vorarbeiten mehr gerathen ist, als durch flachere und engere Lage der Röhrenstränge die Kosten der Drainage selbst zu erhöhen.

§ 8. Entfernung der Drains.

Von zwei parallelen Röhrensträngen soll ein jeder die Hälfte des Zwischenraumes zwischen beiden entwässern. Von der Mitte dieses Zwischenraumes muß dazu das Wasser nach beiden Seiten hin abfließen. Es wird sich also hier eine Wasserscheide bilden. Um aber abfließen zu können, muß das Wasser den Widerstand zu überwinden die Kraft besitzen, welcher durch Adhäsion desselben an den Bodenpartikelchen und durch Kapillarität entsteht; es muß Ge-

fälle haben. Dieses Gefälle wird um so größer sein, jene Wasserscheide also um so höher im Verhältniß zu den Drains, und bei gleicher Tiefe derselben der Erdoberfläche um so näher liegen müssen, je größeren Widerstand das abfließende Wasser im Boden findet. Dieser Widerstand ist aber um so größer, je feiner der Aggregat-Zustand und je größer der Thongehalt des Bodens ist. Bedingung einer ordentlichen und gründlichen Drainage ist aber, daß der Wasserstand selbst auf dieser Scheide niemals auf lange Zeit bis zu einer den Pflanzen nachtheiligen Höhe ansteigen darf. Ist daher a auf Tab. I. Fig. 3 der gewöhnlich höchste Wasserstand auf der Wasserscheide zwischen je zwei Drains, so repräsentiren die Winkel b'' ad und b'' ac das Gefälle von da nach dem Röhrenstrang. Wird nun bei größerem Widerstand im Boden ein größeres Gefälle nöthig, der Winkel b'' ac > b'' ad, so wird auch die diesem Winkel gegenüberstehende Seite b'' c größer als bd. Diese Seiten + bb'' repräsentiren die Tiefe der Drains. Es folgt hieraus, 1. daß bei gleicher Entfernung der Drains von einander, bb'' Tab. I. Fig. 3, die Tiefe derselben bc, b' c' in thonigem und feinkörnigem, wenn auch ziemlich sandigem Boden größer sein muß, als bd, b'd' bei grobkörnigem Sande, weil bei dem geringeren Widerstande in den weiteren Zwischenräumen des letzteren das Wasser ein geringeres Gefälle gebraucht, als in jenem, um in beiden Fällen gleich schnell abzufließen. 2. umgekehrt. Ist die Seite b'' c in den beiden Dreiecken b'' ac und b'' a' c gleich, so wird mit dem Kleinerwerden des Winkels b'' ac die Seite b'' a'' länger werden müssen, als b'' a, d. h. nichts anderes, als daß bei gleicher Tiefe die Röhrenstränge bc und be in dem durchlassenderen Boden unbeschadet der gewünschten Wirkung weiter auseinander gelegt werden dürfen, als in dem festeren und weniger durchlässigen. 3. Ist der Winkel b'' ac in den beiden Dreiecken b'' ac und f'' ag gleich, das Gefälle also dasselbe, so verhält sich b'' c : f'' g = ab'' : af'', mit anderen Worten, in demselben Boden kann mit der größeren Tiefe die Entfernung der Röhrenstränge von einander verhältnißmäßig größer gemacht werden.

Der stärkere oder geringere Zufluß an Wasser hat auf die Höhe dieser Wasserscheide großen Einfluß, weil bei stärkerem Zufluß die

Geschwindigkeit des abfließenden Wassers, und dazu das Gefälle von der Scheide bis zu den Drains größer werden muß, ja es wird beim Aufthauen des Schnees und bei heftigem Schlagwetter, also bei außergewöhnlich großen von oben her andrängenden Wassermassen nicht selten der Fall eintreten, daß diese Wasserscheide für kurze Zeit sogar in der Oberfläche liegt, also viel höher, als sie eigentlich sollte, daß also der Boden in der Mitte zwischen den Drains nasser ist, als in der unmittelbaren Nähe derselben, weil der Zufluß von oben her nicht schnell genug den Erdboden zu durchdringen vermag. Diese Erscheinung darf aber Niemand beunruhigen. Sie muß auf jedem Boden, bei jeder Tiefe und bei der kleinsten Entfernung der Drains zu Zeiten eintreten. Das schadet aber, wenn ihre Dauer einen oder zwei Tage nicht übersteigt, gar nichts, weil es durchaus nicht darauf ankommt, daß die ganzen Flächen in der nämlichen Minute abtrocknen, sondern nur darauf, daß die in der Mitte zwischen je zwei Drains auftretende Nässe nicht so lange andauert, daß sie den Pflanzen nachtheilig wird. Auch der von Natur warme Boden ist in seiner ganzen Ausdehnung solchem temporären, aber unschädlichen Anhalten der Nässe ausgesetzt.

Mit der Abnahme des Zuflusses sinkt später diese Wasserscheide bis zum Niveau der Drains hinab.

Wenn aber als Mittel zur Prüfung der richtigen Entfernung der Drains in der Mitte zwischen zwei Röhrensträngen ein Loch gemacht, und daran, daß in diesem Loche das Wasser nicht höher steht, als die Drains, die vollkommene Wirkung derselben erkannt werden soll, so ist das Mittel unrichtig gewählt, weil, wie aus dem eben Gesagten hervorgeht, hier das Wasser immer höher stehen muß, so lange die Drains in Thätigkeit sind. Sie würden danach immer zu weit auseinander liegen. Richtiger wird nur verlangt werden können, daß das Wasser in solchen Löchern, sogar bei sehr heftigen atmosphärischen Niederschlägen nicht zu lange Zeit in einer für die Pflanzen nachtheiligen Höhe sich halten darf, daß es dann also mindestens 2—3 Fuß unter der Oberfläche stehen muß.

Die Bestimmung des Widerstandes in verschiedenen Bodenarten für die Praxis muß allerdings der Schätzung, der Erfahrung und dem richtigen Blicke des Drainers überlassen bleiben, allein die Grenzen der zulässigen Entfernung der Drains von einander,

3*

innerhalb derer jener Spielraum offen bleibt, werden sich nach den Erfahrungen, welche in England und an vielen Orten auch hier schon gemacht und bereits bekannt sind, wenigstens einigermaßen feststellen lassen. Es soll dadurch jedoch nicht von Versuchen über diesen Punkt abgerathen werden, weil gerade die Entfernung der Drains von einander einen sehr großen Einfluß auf die Höhe der Kosten der Drainage hat; es ist vielmehr wünschenswerth, daß dieselben recht vielseitig und in recht großer Zahl gemacht werden, und Verfasser wird gewiß nicht der letzte sein, der solche Versuche vielfach machen wird. Für den Augenblick scheint es aber noch gerechtfertigt, zuerst lieber etwas zu viel, als zu wenig zu thun, da die Strafe für zu große Kühnheit in dieser Beziehung leicht eine zu unverhältnißmäßig hohe werden könnte.

Nach den Erfahrungen des Mstr. Parkes genügen in dem schwersten Englischen Thonboden bei 4 Fuß Tiefe 30 Fuß Entfernung. Betrachtet man dagegen unseren meisten schweren Boden, so ist derselbe viel magerer, viel mehr mit Sand, oft sogar mit grobem Sand gemischt, welcher ihn sehr häufig in der Form von Adern durchzieht, und dadurch dem abzuleitenden Wasser offenbare Wege darbietet. Genügen in England 30 Fuß, so werden wir nur in seltenen Fällen und in unserem allerschwersten Boden 40 Fuß Entfernung bei 4 Fuß Tiefe zu nehmen genöthigt sein. Es werden in der Regel bei gewöhnlichem Lehmboden 4 Ruthen vollständig genügen.

Anderseits haben Versuche, welche hier in sehr nassem, aber auch durchlassendem Boden gemacht sind (es war ein humoser Boden, von nur geringer Tiefe, unter welchem Sand, Schlick, Kies u. dergl. m. und in der Tiefe fester grauer Mergel lag), den Beweis geliefert, daß 4 Fuß tiefe Drains auch bei 8 Ruthen Entfernung den Boden ganz trocken machen können, obgleich dieselben hier noch nebenher etwas Grundwasser abzuführen, und noch nicht aufgehört haben, zu laufen.

Nehmen wir nun jenen Erfahrungssatz, da er sich in der Praxis hier überall bestätigt hat, als richtig an, daß nämlich in unserem gewöhnlichen nassen Boden auf 4 Fuß Tiefe 4 Ruthen Entfernung gegeben werden können, nehmen wir ferner an, daß der gewöhnlich höchste Wasserstand auf der Wasserscheide 2 Fuß unter der Oberfläche bleiben muß, so ist in dem Dreieck b″ ac die Seite b″ c = (bc — bb″

= 4 Fuß — 2 Fuß) = 2 Fuß, und die Seite $b''a = \frac{4}{2}$ Ruthen = 24 Fuß. Nun verhält sich aber in den beiden ähnlichen Dreiecken $b''ac$ und $f''ag$ die Seite $b''c : f''g = b''a : f''a$ oder $2 : f''g = 24 : f''a$. Mithin ist $f''a = 12\,f''g$.

Die hieraus und aus den obigen Auseinandersetzungen abzuleitende Regel würde also sein: **Man lege die Röhren in unserem gewöhnlichen schweren Boden auf jeden Fuß Tiefe 1 Ruthe, bei durchlassenderem, je nach dem Grade der Durchlässigkeit bis zu 2 Ruthen auseinander,** und nur **verhältnißmäßig etwas enger** da, wo man bei der **Anwesenheit von Grundwasser nicht bis auf die Wasser führende Schicht hinabkommen kann, in dem allerstrengsten Thonboden und in dem sehr feinkörnigen mehlartigen Boden,** in welchem die Kapillarität das Wasser außergewöhnlich fest zu halten vermag. Die Neigung des Bodens nach Süden, Norden u. s. w. hat auf die Bestimmung der Entfernung der Drains keinen Einfluß. Zwar sind Nordabhänge in der Regel feuchter, als Südabhänge, weil auf diesen die senkrecht aufprallenden Sonnenstrahlen die Verdunstung sehr befördern, allein dies ist auf die Drainage ohne Einfluß, weil dieselbe das Wasser vorzugsweise in den Zeiten fortschaffen soll, wenn eben keine Verdunstung Statt findet.

Die Entfernung der Drains von einander ist aber von sehr großer Wichtigkeit auf die Kosten der Anlagen. Dieselben stehen beinahe in umgekehrtem Verhältniß mit dieser Entfernung, und ein einfaches Rechen-Exempel weist das unwiderleglich nach.

Es gehören zu Einem Morgen, wenn er bei 4 Fuß Tiefe 4 Ruthen weit drainirt werden soll, 45 Ruthen. Diese zu graben, die Röhren zu legen, und den Graben wieder zuzuwerfen à 2 Sgr.

	3 Thlr.	— Sgr.
600 Fuß Röhren, incl. Bruch pro mille 6 Thlr.	3 „	18 „
Diese anzufahren à 1 Thlr.	— „	18 „
Summa	7 Thlr.	6 Sgr.

Dagegen:

bei 6 Fuß Tiefe und 6 Ruthen Entfernung pro Morgen 30 Ruthen

zu graben 2c. à 3 Sgr.	3 Thlr.	— Sgr.
400 Fuß Röhren incl. Bruch à mille 6 Thlr.	2 „	12 „
Diese anzufahren	— „	12 „
Summa	5 Thlr.	24 Sgr.

Die Kosten betrugen bei einer Entfernung von 4 Ruthen 7 Thlr. 6 Sgr.
bei 6 Ruthen Entfernung . . . . 5 „ 24 „
à Morgen erspart 1 Thlr. 12 Sgr.

Die Ersparniß liegt dabei vorzugsweise in dem geringeren Verbrauch von Röhren.

§ 9. Form der Röhren.

Die Billigkeit der Anlage und die Sicherheit des Erfolges wird ferner durch die Anwendung solcher Röhren bedingt, welche weder zu eng, noch zu weit an jeder Stelle die entsprechende Wassermenge aufzunehmen und abzuführen vermögen. Röhren von zu geringem Durchmesser, welche den Zufluß nicht vollständig aufzunehmen im Stande sind, können nicht allein nicht gründlich helfen, sondern, indem sie wie theilweis verstopfte wirken, haben sie die Versumpfung und Auswässerung einzelner Stellen im Acker zur Folge. Zu weite vertheuern dagegen die Anlagekosten bei der bedeutenden Zunahme des Preises für die weitern Röhren ganz unverhältnißmäßig und ganz unnöthiger Weise. Macht das bei kleinen Anlagen von einigen Morgen auch keinen bedeutenden Unterschied, so wird derselbe bei großen Flächen von ein oder mehreren Tausenden von Morgen doch sehr fühlbar. Aber die Sicherheit gewinnt nicht einmal durch die Anwendung zu weiter Röhren, weil sie der Verstopfung noch eher ausgesetzt sind, als die gerade passenden. Solche Verstopfungen werden am gewöhnlichsten durch eingetriebenen Sand herbeigeführt. Dieser Sand lagert sich in dem untern Theile der Röhre ab, und zwar, da das Profil des fließenden Wassers in einer zu breiten Röhre breiter und flacher ist als in einer passenden, leichter in jener als in dieser. Er bildet hier eine flache Sohle, auf der das Wasser bei geringem Zufluß in lauter kleinen Serpentinen hin und her läuft. Dadurch wird der Wasserlauf im Drain verlängert, das Gefälle vermindert, das Profil verschlechtert, und die weitere Versandung befördert, bis das abfließende Wasser endlich die Masse des Sandes nicht mehr bewältigen kann und die Röhren sich verstopfen.

Verstopft werden die Röhren zuweilen auch durch Eisenoxyd-Hydrat oder kohlensauern Kalk, welche sich aus dem Wasser niederschlagen, sobald bei Zutritt der atmosphärischen Luft das Lösungsmittel, die Kohlensäure, entweicht. Dieser Prozeß geht ebenfalls in

weiten Röhren, in denen wenig Wasser fließt, schneller und umfangreicher vor sich, als in engen, weil in jenen die nämliche Quantität von Wasser einen breiteren Spiegel bildet. (Vgl. § 24.)

Das beste Mittel gegen diese Gefahren gewährt eine solche Einrichtung, welche dem in den Röhren fließenden Wasser die Kraft erhält, den eingedrungenen Sand ꝛc. fortzuspülen. Dazu muß das Wasser eine gewisse Geschwindigkeit haben, und diese Geschwindigkeit ist von der Form des Querschnitts und von dem Gefälle der Röhren abhängig.

Nach den Gesetzen der Hydrostatik ist unter allen Figuren des Querprofils der Räume, in denen sich Wasser bewegt, wie Gräben, Röhren ꝛc., diejenige die beste, welche bei dem geringsten Umfang den größten Flächenraum einschließt, weil in dieser der geringste Widerstand, hervorgebracht durch die Adhäsion und Friktion des Wassers an den Wandungen, zu überwinden ist. Das ist der Kreis, und die runden Röhren sind aus diesem Grunde allen andern bei weitem vorzuziehen. Ueberdies hat darin das Wasser stets da die größte Tiefe, die Röhre mag viel oder wenig abführen, also auch die meiste Kraft: wo sich der Sand zuerst ablagern könnte, d. h. am niedrigsten Punkte der Röhre.

Es ist aber eine recht hübsch aussehende, für die Praxis nicht nur unnöthige, sondern sogar hinderliche Spielerei, wenn den inwendig runden Röhren außerhalb Rippen oder Sohlen gegeben, oder wenn sie an den Enden gar mit Lappen versehen werden, mit denen sie in einander greifen sollen, um dadurch ein festeres Lager, eine bessere unverschiebbare Zusammensetzung zu erhalten. Es wird dabei, ganz abgesehen von dem größern Thonbedarf und Gewicht, durch welche die Fabrikation und der Transport nur vertheuert wird, immer eine ganz bestimmte Lage der Röhre vorausgesetzt. Da aber die Röhren beim Trocknen in der Regel mehr oder weniger krumm zu werden pflegen, und da das Krummwerden nie nach einer bestimmten Seite erfolgt, beim Legen aber die Krümmung immer nach der Seite, niemals nach oben oder unten gebracht werden darf, aus diesem Grunde aber, und um möglichst enge Stoßfugen zu erhalten, die Röhren bald nach der einen, bald nach der andern Seite gedreht werden müssen: so übersieht man sehr bald, daß eine Vorherbestimmung der Lage derselben nicht gut möglich ist, und jeder Zwang in dieser Richtung nur nachtheilig

werden kann. Derselbe Grund gilt übrigens auch gegen alle nicht kreisförmig geformten Röhren.

§ 10. Gefälle der Röhrenstränge.

Außer einer zweckmäßigen Form des Querprofils wurde im vorigen § auch das Gefälle der Röhrenstränge, als die Geschwindigkeit des in demselben fließenden Wassers bedingend erwähnt.

Es kommt nun zuerst darauf an, die Größe der nothwendigen Geschwindigkeit festzustellen, weil sich dann nach den bekannten hydrostatischen Gesetzen über die Bewegung des Wassers in Röhrleitungen aus dem Durchmesser der Röhren und der verlangten Geschwindigkeit die Größe des nothwendigen Gefälles berechnen läßt.

Je größer der Durchmesser der Röhren ist, desto kleiner ist der Umfang im Verhältniß zum Flächeninhalt des Querschnittes; das Wasser hat also einen verhältnißmäßig geringeren Widerstand zu überwinden. Darum strömt bei gleichem Gefälle das Wasser in weiten Röhren schneller als in engen, oder wenn die verlangte Geschwindigkeit gleich sein soll, so bedürfen die weiten Röhren dazu eines geringeren Gefälles, als die engen.

Bei Entwicklung der hierauf bezüglichen hydrostatischen Formeln ist vorausgesetzt, daß die Röhren gerade, inwendig glatt, und überall gleich weit sind. Das ist aber bei den Röhrensträngen der Drains keineswegs der Fall. Dieselben sind aus einzelnen Röhren von 1 Fuß Länge zusammengesetzt, welche oft krumm, selten ganz rund, an den Ein- und Ausflußöffnungen durch einen beim Abschneiden entstandenen Grad verengt, und inwendig vielfach rauh sind, die also dem abfließenden Wasser außer den unvermeidlichen eine Menge von außerordentlichen und gar nicht zu berechnenden Hindernissen darbieten. Dazu kommt noch, daß der ganze, aus diesen einzelnen Röhren zusammengesetzte, Röhrenstrang nicht so regelmäßig gelegt werden kann, als daß zu den vorerwähnten nicht noch viele andere Unregelmäßigkeiten in der Form und Richtung der innern Röhren vorkommen sollten. Das darin fließende Wasser kann daher auch niemals die für die Röhren 2c. nach den Formeln berechnete Geschwindigkeit haben. Das Verhältniß der wirklichen zur berechneten Geschwindigkeit ist aber bei den engern Röhren ein besonders ungünstiges. Mit der Zunahme des Durch-

messers werden beide immer weniger von einander differiren. Diese Differenz läßt sich indessen nur schätzen, weil sie der modificirenden Umstände wegen bei einem jeden Röhrenstrange anders ausfallen muß. Es wird sich aber eine Durchschnittszahl feststellen lassen, von der die wirkliche Geschwindigkeit in allen Fällen wenig abweicht, und welche, da es auf minutiöse Kleinlichkeit dabei nicht ankommt, gerade für die Praxis genügen muß. Verfasser ist überzeugt, nicht sehr von der Wahrheit abzuweichen, wenn er annimmt, daß:

bei 1 zölligen gut gearbeiteten Röhren die wirkliche Geschwindigkeit nur $^2/_3$ —
= 2 = = = = = = = = $^3/_4$ —
= 3 = = = = = = = = $^4/_5$ —
= 4 = = = = = = = = $^5/_6$ —
= 5 = = = = = = = = $^6/_7$ —
= 6 = = = = = = = = $^7/_8$ — u. s. f.

der theoretisch berechneten beträgt.

Sind die Röhren schlecht gearbeitet, so wird das Verhältniß noch bedeutend ungünstiger.

Nimmt man nun endlich, um auf bestimmte Zahlen zu kommen, an, daß die geringste Geschwindigkeit des Wassers in den Röhren $^1/_2$ Fuß in Einer Secunde betragen muß, wenn dasselbe die verlangte Reinigung der Röhren allein schon bewirken soll, so wird:*)

bei 1 zölligen Röhren das theoretisch berechnete Gefälle 2 Fuß — Zoll
= 2 = = = = = = 1 = — =
= 3 = = = = = = — = 10 =
= 4 = = = = = = — = 7 =
= 5 = = = = = = — = 5 =
= 6 = = = = = = — = 4 =

auf 100 Ruthen sein, dagegen das wirklich zu gebende geringste zulässige Gefälle:

bei 1 zölligen Röhren 4 Fuß — Zoll
= 2 = = 2 = — =

---

*) Der Berechnung der Geschwindigkeiten ist die Formel

$$c = 6{,}42 \sqrt{\frac{50\,dh}{1 + 50\,d}}$$

aus Eytelweins Hydrostatik zu Grunde gelegt. c bezeichnet hierin die Geschwindigkeit des Wassers, d den Durchmesser der Röhren, h das Gefälle, welches der Röhrenstrang auf die Länge 1 hat, alles auf Fuße reducirt.

bei	3zölligen	Röhren	1 Fuß	6 Zoll		
=	4	=	=	—	= 10	=
=	5	=	=	—	= 7	=
=	6	=	=	—	= 5	=

auf 100 Ruthen Länge betragen müssen.

Damit ist keineswegs gesagt, daß das Wasser in Röhrensträngen mit geringerem Gefälle nicht fließe, oder daß solche zur Entwässerung des Bodens nicht wirken sollten. Daß dies selbst bei ganz horizontaler Lage der Fall ist, ist ganz unzweifelhaft. Ebenso unzweifelhaft aber ist auch, daß ein geringes Gefälle gefährlich wird, weil es eher Verstopfungen erwarten läßt. Als Regel ist daher an dem stärkeren Gefälle festzuhalten, und nur in Ausnahmefällen ein geringeres, als das oben angegebene zulässig. Ein größeres Gefälle dagegen ist stets vortheilhaft. Zu groß kann dasselbe jedoch nicht leicht werden, weil in den Röhren das fließende Wasser keinen Schaden thun kann, außerhalb derselben aber nur ganz kleine Wassermassen wirken, welche eben darum keine nachtheilige Kraft zu äußern vermögen.

Da wo der Boden ein so großes natürliches Gefälle, als das verlangte, nicht hat, muß dasselbe, wenn irgend möglich, künstlich dadurch geschaffen werden, daß die Gräben an ihrem untern Ende um so viel tiefer gemacht werden, als nöthig ist, dasselbe hervorzubringen.

Im Allgemeinen bleibt in solchen flachen Lagen der Calkül maßgebend, ob der Vortheil der Drainage die aus der sehr wenig fallenden Lage der Drains erwachsende größere Gefahr überwiegt.

§ 11. Abzuführende Wassermenge.

In manchen Schriften über das Drainiren ist zuweilen von den Wassermengen die Rede gewesen, welche die Drains abzuführen im Stande sein sollen, allein es ist nirgends Rücksicht darauf genommen, daß dies auch in einer gewissen Zeit geschehen muß, wenn das Wasser nicht trotz der Drains nachtheilig werden soll. Darum ist aber auch fast Alles, was bisher darüber geschrieben und gesprochen ist, für die Praxis werthlos. Und doch ist die Bestimmung dieser Wassermenge von der allergrößten Wichtigkeit. Sie ist einer der nothwendigsten Faktoren für die Festsetzung der Röhrenweiten, Röhrenlängen u. s. w. Erst durch die Bestimmung

derselben erhält die Drainage ein genügend solides Fundament, auf dem sicher fortgebaut werden kann. Kühne Griffe, Berufung auf Augenmaß, und, was so leicht gesagt ist, auf Erfahrung, ohne die Kenntniß dieses Faktors täuschen zu leicht. Erst dann, wenn man vorher eine Sache sehr genau kennen gelernt, wenn man vorher viel gemessen und beobachtet und gerechnet hat, gewinnt das Auge durch die Uebung einen Maßstab für die Schätzung, erst dann kann man anfangen, wirklich Erfahrungen zu machen. Ohne dies arbeitet man auf gut Glück ins Blaue hinein. Gelingt das Werk, — gut! Gelingt es nicht — auch gut! Der Leitende ist eben so unschuldig an dem glücklichen, wie an dem unglücklichen Erfolge.

Da nun bisher eine jede Bestimmung der in einer bestimmten Zeit von den Drains abzuführenden Wassermenge fehlt, dieselbe aber durchaus nothwendig erscheint, so ist der Versuch, sie festzustellen, ganz gewiß gerechtfertigt, er muß, selbst auf die Gefahr hin, daß das Resultat ein nicht ganz richtiges wird, gemacht werden. Die Wichtigkeit des Gegenstandes erfordert bei diesem Versuche ein specielles Eingehen auf die verschiedenen bekannten Größen, welche darauf Einfluß haben, und daher gegeneinander abgewogen, und nach ihrem Werth gewürdigt werden müssen.

Beobachtungen haben gelehrt, daß der atmosphärische Niederschlag nicht überall gleich ist. Er ist stärker an den Meeresküsten, als im Binnenlande, größer an den Abhängen hoher Gebirge, als in den Ebenen. Man kennt diese Verschiedenheit einigermaßen, für unsern Zweck genau genug. Da, wo die Verhältnisse andere sind, als die hier angenommenen, werden die übrigen Bestimmungen aus den dort geltenden Momenten abzuleiten, und die hier gegebenen dem entsprechend abzuändern sein. Die Menge niederfallenden Regens 2c. ist aber auch zu verschiedenen Zeiten verschieden. Zwar stellt sich pro Jahr eine mittlere Durchschnittszahl heraus, allein diese kann hier gar nicht in Betracht kommen, da der nasse und kalte Boden alle die nachtheiligen Eigenschaften, welche man beseitigt wissen will, gerade darum besitzt, weil eben die in dem ganzen Jahr gefallene Regenmenge eben so lange Zeit gebraucht, um wieder aus dem Boden zu verschwinden, und weil nichts in diesem Verhältniß geändert werden würde, wenn die Drains es nicht schneller abführten.

Wollte man dagegen den Niederschlag Eines Tages berücksichtigen, so würde man ebensosehr fehlgreifen; denn einestheils ist der Niederschlag in so kurzer Zeit ungemein verschieden, anderntheils läuft bei heftigen Regengüssen eine große Masse von Wasser über der Erde ab und nur ein Theil desselben zieht ein. Endlich kommt es auch nicht darauf an, daß eine außerordentlich große eingezogene Wassermenge ebenso schleunig von den Drains abgeführt werde, weil sogar große Nässe, welche aber nur wenige Tage im Lande und ausnahmsweise vorhanden ist, gewiß nicht viel schadet. Es muß vielmehr gefährlich erscheinen, den Boden durch die Drains so durchlassend zu machen, daß eine zu große Wassermenge in unverhältnißmäßig kurzer Zeit abgeführt werden kann, weil dadurch ein zu großer Theil der leicht löslichen Düngungsstoffe weggenommen und fortgeschwemmt, überhaupt ein Zustand herbeigeführt wird, wie er in manchem warmen Sandboden mit Recht nicht gelobt wird. Der erste Zeitraum war zu groß, der zweite zu klein; ein zwischen beiden liegender wird vielleicht dem Ziele näher führen. Geht man auf die aus verschiedenen Beobachtungen ebenfalls bekannten monatlichen Regenmengen zurück, wählt man aus diesen diejenigen aus, welche in den Herbst- und Wintermonaten, also zu einer Zeit, wo die Verdunstung zur Fortschaffung dieses Wassers gar nicht mithilft, und alles überflüssige durch die Drains allein abgeführt werden soll, wo bei starken atmosphärischen Niederschlägen das Wetter meistentheils weich und gelind, die Saat der Gefahr des Ausfaulens gerade am meisten ausgesetzt ist, als die größten beobachtet worden sind, so wird sich daraus ein erster Anhalt gewinnen lassen. Man muß unter den Zahlen für diese monatlichen Niederschläge eine der größten auswählen, weil durch die Einrichtung der Drains zur Abführung einer so großen Wassermenge, wenn nur von Hause aus darauf Rücksicht genommen ist, das Anlagekapital wenig erhöht, die Hülfe aber für immer und gründlich erfolgen wird, während die Veränderung einer zuerst unvollkommenen oder ungenügenden Anlage immer große Umstände, Mühe und einen bedeutenden Kostenaufwand neben verhältnißmäßig geringen Zinsen verursachen würde. Tüchtige und gründliche Arbeit ohne Luxus ist für die Dauer immer die billigste. Nur wenig würde indessen gebessert sein, wenn die Regenmenge des ganzen Monats eben so lange Zeit zum Ab-

fließen gebrauchen sollte. Schadet den Pflanzen auch die Nässe im Boden einige wenige Tage hindurch nicht, so würde die Dauer eines Monats denselben unzweifelhaft nachtheilig sein. Das Wasser muß daher in kürzerer Zeit ablaufen können. Ist dann die Regenmenge an einzelnen Tagen auch wirklich größer, als der angenommene Werth des abzuführenden Wassers, können also die Drains den wirklichen Niederschlag nicht ganz so schnell fortschaffen, als er von oben herabströmt, so wird das, da es nicht alle Tage so stark regnet, nichts ausmachen. Das Wasser wird sich dann im Untergrunde über den Drains, wie in einem Reservoir, dessen Zufluß den Abfluß übertrifft, aufstauen. Zur größeren Sicherheit wird es dann nicht wenig beitragen, wenn es möglich ist, das Stauwasser so tief unter der Ackerkrume zu erhalten, daß es den Pflanzen nicht nachtheilig wird, und das ist wahrscheinlicher bei tiefer, als bei flacher Drainage. Ist das unleugbar wieder ein Vorzug der ersteren, so kommt hinzu, daß, vorausgesetzt, daß das flache Drainiren das Wasser ganz vollkommen abführt, bei tieferer Lage engere Röhren angewendet werden können, ohne den Erfolg zu gefährden, weil bei gleicher Entfernung des Wasserspiegels jenes unterirdischen Reservoirs von der Oberfläche das Wasser darin eine größere Tiefe, also auch mehr Rauminhalt hat, und einestheils nicht so schnell abzulaufen braucht, anderntheils unter Einwirkung dieses über den Röhren sich sammelnden Grundwassers, welches, wie das Standwasser über den Schleusenöffnungen bei Mühlen, über den Stoßfugen zwischen denselben liegt und drückt, die Röhren nicht allein voll laufen werden, sondern das Wasser sich darin auch mit einer größern als der berechneten Geschwindigkeit bewegen, und sie von dem darin bei geringerem Zufluß angesammelten Sande 2c. desto sicherer und schneller reinigen wird. Es wird hiernach als genügend anzunehmen sein, wenn der Regenfall eines Monats von den Drains in der halben Zeit, also in 14 Tagen abgeführt werden kann.

Nach diesen vorangegangenen Betrachtungen wird die Feststellung einer bestimmten Zahl möglich werden. Ein sehr bedeutender Niederschlag beträgt in manchen Herbst- und Wintermonaten 4 Zoll und steigt äußerst selten auf 5 Zoll. Ein Niederschlag von 5 Zoll findet aber nur Statt, wenn heftige Regengüsse eintreten. Das Regenwasser zieht dann bei weitem nicht ganz ein, son-

dern ein großer Theil desselben läuft über der Erdoberfläche fort und ab. Dasselbe findet bei schnellem Schneeabgang Statt, zumal, wenn anhaltende oder heftige Regengüsse die Wassermassen vermehren. Man kann mithin wohl annehmen, daß in einem Monat 4 Zoll einziehen, und daß dies gerade die Quantität darstellt, welche in 14 Tagen von den Drains muß abgeführt werden können. An Einem Tage muß also von der ganzen Fläche ¼ Zoll, oder pro Morgen in Einer Secunde 0,00625 Cubikfuß Wasser durch die Drains ablaufen können.

Vergleicht man mit diesem Resultat einige Messungen des Wassers, welches aus den Drains ausgeflossen ist, so werden diese eine Probe für den Werth der so eben gefundenen Zahl abgeben. Herr Gropp in Isterbies*) hat im November und December vorigen Jahres gefunden, daß von 10 Morgen am 1. November in jeder Minute 27 Quart abgeflossen sind. Der Abfluß stieg und fiel mit dem Wetter, er nahm bei Sturm und Regen am 6. bedeutend zu; das Wasser, welches aus den Drains ausfloß, wurde sogar trübe. Später am 11. stieg die Wassermasse auf 108 Quart in jeder Minute, welche am Tage nach vorhergegangenem heftigen Regen und zwar des Morgens abflossen, dann aber mit einem Male vom Morgen bis zum Mittag des 12. bis auf 76 Quart abnahmen. 108 Quart von 10 Morgen in der Minute sind gleich 0,0066 Cubikfuß in einer Secunde von 1 Morgen, gerade so groß als die vorherberechnete abzuführende Wassermenge. Die Messungen sind fortgesetzt und die ausfließende Wassermenge ist im December noch größer geworden. Verfasser kann und will sich kein Urtheil anmaßen über Verhältnisse, die er nicht gesehen hat und deshalb nicht kennt, besonders da neben den Messungen des ausfließenden Wassers die zum Vergleiche nothwendigen Beobachtungen der Größe des atmosphärischen Niederschlages fehlen. Hält Verfasser aber damit eigene Beobachtungen zusammen, so scheint demselben daraus hervorzugehen: daß die Anlage der Drains in Isterbies noch nicht alt gewesen, und daß deshalb noch eine große Menge von Grundwasser mit abgeflossen ist, daß ferner der Boden ziemlich sandig, also schnell durchlässig ist und daß die

*) Vergl. die Mittheilungen über die Entwässerung des Bodens aus den Acten des Ministeriums für landwirthschaftliche Angelegenheiten.

Röhren nicht tief, aber mit ziemlich weiten Stoßfugen gelegt sind. Gründe dafür scheinen demselben zu sein, daß die Drains verhältnißmäßig viel Wasser ausgegeben haben, wie es bei denen, die in einem mit Grundwasser durch und durch gesättigten Boden einschneiden, in der ersten Zeit, d. h. bis zum Sommer nach der Anlage in der Regel Statt zu finden pflegt, — daß das durch die Erde sinternde Wasser schon am andern Tage nach 12 Stunden in voller Stärke aus den Drains abgeflossen ist (— bei lehmigem Untergrunde und tieferer Lage von durchschnittlich 6 Fuß dauerte es in diesem Herbst, nachdem nach ziemlich trockener Zeit sehr heftiger Regen eintrat, beinahe 2 Tage, ehe das Wasser aus den Röhren abzulaufen anfing, am 4. war der Abfluß am stärksten und nahm allmälig ab; an diesem 4. Tage liefen die 3zölligen Röhren des Sammeldrains eines 20 Morgen großen zusammengehörigen Systems beinahe voll —), daß der starke Abfluß am 12. aber ebenso schnell aufgehört und in wenigen Stunden von 108 bis 76 Quart abgenommen hat, und daß am 5. Mittags das ausfließende Wasser gar trübe wurde, wahrscheinlich also bei dem schnellen Durchsintern durch den Boden und bei dem heftigen Eindringen in die Röhre nicht allein Stoffe chemisch aufgelöst, sondern selbst gröbere mechanisch mit fortgerissen hat. Es scheint ferner daraus hervorzugehen, daß deshalb die größte im December gemessene Wassermenge zu groß gewesen, die vorherberechnete aber für tiefere Drainage nicht zu hoch gegriffen ist. Noch mehr scheinen dafür die Beobachtungen zu sprechen, welche in den Jahren 1853 und 1854 über das von den Drains ausgegebene Wasser vom Professor Schoder in Tharand gemacht sind. Diese Messungen weisen nicht allein sehr klar nach, daß das Regen- und Schneewasser den entschiedensten Einfluß auf die Drains ausübt, sondern sie lassen auch schon einen recht guten Schluß darüber ziehen, wie viel Wasser die Drains in einer gewissen Zeit abzuführen im Stande sein müssen. Wählt man aus diesen Beobachtungen die größten aus, d. h. solche, welche sich nach vorn, etwa 3 Tage hintereinander ergeben haben, so findet man in Folge des schmelzenden Schnees, also in einer für die Vegetation sehr wichtigen Zeit

am 2. April 1853 — 34418 Kannen per Acker und Tag
" 3. " " — 37641 " " " " "
" 4. " " — 36354 " " " " "

nachdem am 27. April 180985 Kannen und am 28. 161205 Kannen per Acker und Tag Regen gefallen waren

am 28.	April	— 33596	Kannen
" 29.	"	— 40638	"
" 30.	"	— 31408	"
endlich am 24.	Juni	— 43407	"
" 25.	"	— 30100	"
" 26.	"	— 30524	"

bei beständig nassem Wetter und anhaltendem Regen. Die Herbst- und Wintermonate waren nicht naß, und der Frost trat darauf so zeitig ein, daß die Beobachtungen keine großen Ziffern mehr lieferten.

Das Mittel aus diesen Beobachtungen ist

35343 Kannen per Acker und Tag,

oder auf Preußisches Maaß und auf Secunden reduzirt = 0,0061 Cubikfuß per Secunde und Morgen. Die englischen Beobachtungen können für unsere Verhältnisse keine Geltung haben, da dort der atmosphärische Niederschlag in den verschiedenen Theilen des Landes sehr verschieden und gewöhnlich viel größer ist, als hier. Die oben gegebene Zahl scheint daher eine große Wahrscheinlichkeit für sich zu haben. Ich habe sie auch bei meinen bisherigen Arbeiten, d. h. auf einer Fläche von pp. 20000 Morgen stets zu Grunde gelegt, und Ackerflächen bis zu 200 Morgen in einen einzigen Sammeldrain vereinigt. Der Erfolg ist überall ein höchst günstiger gewesen. Der zu geringen Weite der Röhren wegen sind nirgends nasse Stellen entstanden. Dagegen habe ich an anderen Orten mehrfach die Nachtheile zu enger Röhren, welche nicht so viel Wasser abführen konnten, als vorher berechnet, zu beobachten Gelegenheit, und in wiederholten Fällen die fernere Leitung der Drainagen diesem Mißgriff der bisher selbst drainirenden Gutsbesitzer zu danken gehabt. Es wurden dort die engen Röhren herausgenommen, und weitere dafür eingelegt. Die früher eingetretenen Nachtheile sind nicht wieder vorgekommen. Die Praxis scheint also jene hypothetische Größe vollkommen zu bestätigen. Die zur Abführung dieser Wassermassen berechneten Sammeldrains laufen zu mancher Zeit ganz voll.*) Ich rathe daher auch wie-

*) Bei der Beurtheilung, ob die Röhren voll laufen oder nicht, darf man

derholt dazu, die obige Wassermenge den Arbeiten und Berechnungen noch so lange zu Grunde zu legen, bis durch hinlänglich konstatirte Versuche und längere Beobachtungen nachgewiesen ist, daß sie wirklich zu groß angenommen ist.

Allerdings ist dabei auf das Grundwasser im Boden, von welchem oben so oft die Rede gewesen ist, noch keine Rücksicht genommen. Es ist aber Thatsache, daß ein sehr geringer Zufluß große Strecken Landes naß zu machen, und naß zu erhalten vermag, welche dann in der ersten Zeit nach der Abgrabung viel, aber im Boden angesammeltes Wasser abgeben. Von ihnen ist später, nachdem dieses erste Sammelwasser einmal abgelaufen ist, nur wenig mehr zu erwarten. Eine jede neue Anhäufung desselben im Boden wird verhütet, und unten läuft nur eben so wenig ab, als auf der andern Seite von oben her zufließt. Daher kommt es auch, daß die älteren Drains in der Regel im Sommer ganz aufhören, Wasser auszugeben. Ueberdies hat das Grundwasser seinen Ursprung in entfernteren Gegenden, bewegt sich nur langsam unter der Erde fort, und kommt erst später da an, wo seine nachtheilige Wirkung verspürt, und wo es von den Drains aufgenommen wird. Darum laufen diese oft noch ganz munter, nachdem schon seit längerer Zeit trockenes Wetter eingetreten ist. Das Grundwasser wird mithin nur in seltenen Fällen eine besondere Berücksichtigung verdienen, wenn es sich um Bestimmung der abzuführenden Wassermenge handelt, und zwar nur dann, wenn vorauszusehen ist, daß es in großer Masse oder beständig zufließen

---

sich durch die Erscheinungen an der Ausflußöffnung nicht täuschen lassen. Sie können, wenn diese frei liegt, und kein Gegenstau das ausfließende Wasser aufhält, nur in dem Falle ganz voll laufen, wenn sie unter hohem Druck arbeiten, d. h. wenn das Wasser im Boden hoch über den Röhren aufgestaut ist. Das kann zwar auf kurze Zeit überall einmal vorkommen, es bleibt aber gewiß Aufgabe, die Anlagen so einzurichten, daß dies so selten, wie möglich geschieht, weil einestheils der Zweck der Trockenlegung durch lang andauerndes Halten eines hohen Wasserstandes im Boden nur unvollkommen erreicht wird, anderntheils aber eine Kraft zur Geltung kommt, deren Größe und Dauer unberechenbar und darum nicht zu beherrschen ist, die deshalb aber auch höchst gefährlich werden kann. Will man sich sicher von dem Volllaufen der Drains überzeugen, so muß man mindestens einige Ruthen vor der Ausflußöffnung den Strang aufgraben und eine Röhre aus demselben herausnehmen lassen.

wird. Dies zu erkennen, die zu erwartende wirkliche Menge dieses ununterbrochenen Zuflusses richtig zu schätzen, und danach die entsprechende Erweiterung der zu verwendenden Röhren zu bestimmen: dazu gehört allerdings lange Erfahrung und richtiger Blick. Hierbei das rechte Maß zu treffen, ist eine der schwierigsten Aufgaben für den Drainer.

§ 12. Länge der Röhren von verschiedenem Durchmesser.

Nach Feststellung dieser verschiedenen Faktoren, nämlich der abzuführenden Wassermenge, der Weite und des Gefälles der Röhren wird es möglich werden, zu bestimmen, auf welche Länge die Röhren von verschiedenem Durchmesser angewendet werden dürfen.

Zunächst ist eine jede Röhre an dem obersten Ende eines jeden Saugdrains zu weit. Hier dringen zuerst nur einige Tropfen Wasser ein. Mit der Zahl der einzelnen Röhren vermehrt sich die Größe des Zuflusses, bis es endlich eine Stelle giebt, an welcher dieser Zufluß so groß geworden ist, daß er die Röhre ganz ausfüllt. Wird nun ein Röhrenstrang in gleichen Dimensionen und mit gleichem Gefälle über diesen Punkt hinaus fortgeführt, so kann er kein Wasser mehr aufnehmen.

In diesen Fehler, die mit Röhren von kleinem Durchmesser gelegten Drains zu lang zu machen, werden wir übrigens sehr leicht verfallen, nicht allein, weil bei uns immer gern Anlagekapital gespart werden soll, sondern auch, weil diese engen Röhren vielfach für genügend erklärt werden. Die englischen Maße und Vorschriften sind aber in dieser Beziehung bei uns durchaus nicht anwendbar, da wir fast überall in weiterer Entfernung drainiren dürfen und drainiren werden, in diesem Falle aber ein jeder einzelne Drain bei gleicher Länge eine viel größere Fläche zu entwässern und mehr Wasser fortzuschaffen hat als dort. Sie sind übrigens dort auch ganz willkürlich gegriffen, und basiren nirgends auf stichhaltigen Vordersätzen.

Werden aber die Röhren verhältnißmäßig zu lang, so wird sich dadurch auf den Punkten, an denen der Zufluß sie ausfüllt, eine unterirdische Aufstauung bilden, deren Druck auf den schnelleren Abfluß aus den Drains zwar nicht ohne Einfluß bleibt, deren Wasserspiegel indessen doch immer zu hoch, der Oberfläche des Bodens und damit den Pflanzenwurzeln zu nahe kommen, oder we-

nigstens durch die Länge der Zeit bis zum Wiederabsinken des aufgestauten Wassers nachtheilig werden wird. Zuweilen wird an solchen Stellen, wenn der Drain viel Gefälle hat, sogar ein Theil des Wassers bis an die Oberfläche des Ackers gedrückt, und läuft wohl gar über derselben ab. Die Röhre wirkt also, so lange der Zufluß bedeutend genug ist, gerade so, als wenn sie verstopft wäre. Daß das unter gewissen Umständen so kommen wird und kommen muß, ist ganz unzweifelhaft; allein es ist wirklich komisch, wenn diese Erscheinung bei ihrem Eintreten nicht erkannt, und für eine wirkliche Verstopfung gehalten wird, und wenn man, sobald die über dem Drain aufgeweicht gewesene Stelle in trockener Zeit später nicht wieder gefunden werden kann, glaubt, der Drain habe sich selbst gereinigt (Gropp's: Deutsches Drainbuch S. 32). Bei anhaltend heftigem Regenwetter wird es schon wiederkommen!! Ein solcher Effekt ist der Absicht der Drainage diametral entgegengesetzt; der Drain legt nicht trocken, sondern macht naß. Bei der großen Ausdehnung unserer Felder wird dieser Fall nicht selten vorkommen, und das Drainiren dadurch vielfach, wenn auch einigen, doch nicht überall den erwarteten Erfolg haben. Einzelne Stellen des Ackers werden, trotz der Drainage, durch die zu engen Drains zu Zeiten bald mehr, bald weniger auskälten, und im Ertrage zurückbleiben.

Diesem Uebelstande läßt sich auf verschiedene Weise abhelfen. Entweder muß der Drain an dem Punkte, wo die Röhren zu Zeiten eben voll laufen, in einen offenen Graben oder in einen Sammeldrain geleitet werden, oder es muß, wenn er länger gemacht werden soll, die untere Strecke von diesem Punkte abwärts mit weiteren Röhren gelegt werden. Die Hauptsache bleibt aber das Auffinden dieses Punktes, wo die Röhren von verschiedenem Durchmesser eben voll laufen, die Bestimmung der Entfernung desselben vom Anfangspunkte des Drains.

Die Wassermenge, welche eine Röhre von einer gewissen Weite führen kann, ist ein Produkt aus Geschwindigkeit und Querprofil. Jene ist abhängig vom Gefälle, und da dieses durch Nivellement zu finden, also bekannt ist, nach der in der Anmerkung zu § 10. gegebenen Formel zu berechnen. Der wie vielste Theil davon für die Praxis anzunehmen, ist in dem § 10. ebenfalls schon angegeben. Ebenso ist die Wassermenge bekannt, welche von 1 Morgen

in 1 Secunde muß abgeführt werden können. Diese letztere verhält sich zu 180 □R. wie die Wassermenge, welche eine Röhre von einem bestimmten Durchmesser liefert, zu der Fläche, welche ein mit solchen Röhren gelegter Drain entwässern kann, ebenfalls in □Ruthen ausgedrückt. Diese Fläche dividirt durch die Ruthenzahl der Entfernung der Röhrenstränge von einander giebt die zulässig größte Länge der Röhren von diesem Durchmesser.

Beispiel: In einer 1 Zoll im Lichten weiten Röhre hat das Wasser bei 8 Fuß Gefälle auf 100 Ruthen eine Geschwindigkeit von 0,711 Fuß in einer Secunde. Sie giebt also (Geschwindigkeit × Querprofil = 0,711 × 0,0055) = 0,00391 Cubikfuß Wasser in dieser Zeit. Von 1 Morgen sollen 0,00625 Cubikfuß abfließen können. Jene 0,00391 werden daher (0,00625 : 180 = 0,00391 : x) 112½ □R. repräsentiren. Wäre nun die Entfernung der Röhrenstränge von einander = 5 Ruthen, so würde die zulässig größte Länge der einzölligen Röhren in einem solchen Drain, in diesem Fall $\frac{112\frac{1}{2}}{5} = 22\frac{1}{2}$ Ruthen sein. Müßte derselbe länger werden, so würde die untere Strecke mit 1½zölligen Röhren gelegt werden müssen. Und zwar giebt eine 1½zöllige Röhre bei dem oben angenommenen Gefälle 0,0113 Cubikfuß Wasser, entspricht mithin einer Fläche von 328 □R. $\frac{328}{5}$ giebt 65½ Ruthen als zulässig größte Länge des Drains. Davon können jedoch die oberen 22½ Ruthen mit einzölligen Röhren gelegt werden; es bleiben also 43 Ruthen noch für die 1½zölligen Röhren übrig. Würde der Drain dann noch länger, so müßten 2zöllige Röhren an die Reihe kommen. Weitere Röhren werden zu Saugdrains wohl nicht leicht zur Anwendung kommen. Da die Preise der Röhren von verschiedenem Durchmesser nicht mit diesem proportional steigen, sondern bei den größern unverhältnißmäßig viel höher werden, so ist es in pecuniärer Hinsicht vortheilhafter, sie in der Regel nicht länger zu machen, als 1½zöllige Röhren es gestatten. Haben deshalb nasse Ländereien auf größere Längen ein stetiges Gefälle, sodaß die Röhrenstränge in einerlei Richtungen und ununterbrochen von oben bis unten gehen könnten, so ist es doch zweckmäßiger, dieselben nicht so lang zu machen, sondern sie in der vorerwähnten Länge anzuhalten, und in einem quer davor gelegten

Sammeldrain zu vereinigen. Nur hat man dabei darauf zu achten, daß dieser Sammeldrain auch das nöthige Gefälle bekommt.

Es würde ungemein mühsam und zeitraubend sein, sollten bei einem jeden einzelnen Drain diese Rechnungen ausgeführt werden. Deshalb ist in Tabelle A die Wassermenge berechnet, welche von einer Fläche von 10 □R. bis zu 100 Morgen muß abgeführt werden können, die Tabelle B enthält die als wirklich anzunehmende Wassermenge, welche Röhren von verschiedenem Durchmesser bei verschiedenem Gefälle ausgeben, wenn sie volllaufen, endlich Tabelle C, D und E die zulässige Länge 1=, 1 1/2= und 2zölliger Röhren bei verschiedenem Gefälle und verschiedener Entfernung der Röhrenstränge von einander.*)

Man ersieht daraus recht deutlich, welchen bedeutenden Einfluß das Gefälle und die Entfernung der Drains neben der Weite der Röhren auf die zulässige Länge ausüben, und man wird zugeben müssen, daß Bestimmungen, worin einer dieser Faktoren übersehen ist, rein willkürlich und jeder Solidität baar sind. Man wird endlich selbst beurtheilen können, was davon zu halten ist, wenn in Gropp's „Erfahrungen" S. 27 angegeben wird, daß auf jede 50 Ruthen (!) nach Mstr. Parkes alle 500 Fuß weitere und zwar 1/4 Zoll weitere Röhren genommen werden sollen.

Der Gebrauch dieser Tabellen A bis E ergiebt sich nach den vorher erwähnten Beispielen von selbst.

Man muß allerdings bei diesen Rechnungen von einer kleinlichen Genauigkeit absehen; sie geben aber Anhaltspunkte und Verhältnißzahlen, welche bei dem bedeutenden Schwanken der gegebenen Bedingungen für die Praxis vollständig genügen, und allein vor argen Mißgriffen schützen können, in die man ganz unvermeidlich verfällt, wenn man die von den drainirenden Empirikern bisher allgemein gegebenen Regeln zur Richtschnur nimmt.

---

*) Die Wassermengen sind nach der Formel in Eytelwein's Hydrostatik

$$M = 5{,}04\ d\ 2\sqrt{\frac{50\ dh}{1 + 50\ d}}$$

theoretisch berechnet und in Tabelle B der entsprechende Theil der auf diese Weise berechneten, als wirklich ausfließende aufgeführt.

§ 13. Weite der Sammeldrains.

In noch größere Verlegenheit geräth man bei der Bestimmung der Weite der Sammeldrains. Allgemein empfohlen werden jetzt hier gewöhnlich 3zöllige Röhren. In England angewendet sieht man 3zöllige, 5zöllige, sogar 9zöllige. Bestimmte Regeln giebt es weder dort noch hier, und wenn Kreuter (S. 160) als Erfahrungssatz die Regel angiebt, daß eine 3zöllige Röhre für 9 Joch (20 Morg.), eine 4zöllige für 16 Joch (36 Morg.) ausreicht, daß überhaupt der Durchmesser der Röhren des Sammeldrains gleich der Quadratwurzel der Zahl der zu entwässernden Joche sein soll, so ist das nichts weniger, als ein Erfahrungssatz, sondern beweist nur, daß demselben die Naturgesetze, welche dabei wirken, entweder nicht bekannt gewesen, oder von ihm ganz übersehen worden sind.

Der Durchmesser der Röhren und die Geschwindigkeit des darin fließenden Wassers bestimmen auch hier die ausfließende Wassermenge. Ist diese also bekannt (und in dem § 11 ist der Werth derselben ermittelt), so wird sich aus derselben und dem Gefälle des Drains die Weite der Röhren bestimmen lassen, die diese Wassermenge abführen können. Es vereinigen sich z. B. 22 Morgen in einem Sammeldrain, so muß derselbe bei anhaltend recht nassem Wetter in 1 Secunde nach Tabelle A 0,1375 Cubikfuß Wasser abführen können. Hat das Terrain 30 Fuß Gefälle auf 100 Ruthen, so würden nach Tabelle B 3zöllige Röhren vollständig genügen, hätte dasselbe auf diese Länge nur 6 Fuß Gefälle, so würden 4zöllige Röhren kaum hinreichen. Vereinigen sich 60 Morgen, so müßten bei 50 Fuß Gefälle auf 100 Ruthen 4zöllige Röhren, bei 15 Fuß Gefälle auf 100 Ruthen 5zöllige, und bei 6 Fuß Gefälle sogar 6zöllige Röhren zu dem Sammeldrain angewendet werden. Man kann also nie für Sammeldrains eine allgemein geltende Röhrenweite bestimmen. Dieselbe richtet sich nach der zu entwässernden Fläche und dem Gefälle. Die Bestimmung der Größe des zu entwässernden Terrains kann durch geometrische Ausmessung der Fläche, oder dadurch gefunden werden, daß man die Länge der zu einem und demselben System gehörenden Saugdrains mit der Entfernung derselben von einander multiplicirt.

Es brauchen aber die Sammeldrains nicht von einem Ende bis zum andern mit so weiten Röhren gelegt zu werden, wie solche für das gesammte Wasser der ganzen Fläche nöthig werden. Dadurch

würde nicht allein gar nichts genutzt, sondern die Kosten, die bei den verhältnißmäßig hohen Preisen der großen Röhren gar nicht unbedeutend sind, nur auf eine unverantwortliche Weise vermehrt. Sie können vielmehr am obern Ende je nach dem Zufluß aus den einmündenden Saugdrains mit $1\frac{1}{2}$- oder 2zölligen Röhren beginnen, und nun allmählig größer werden, wie sich das Bedürfniß aus den obigen Bedingungen ergiebt. Es sei z. B. ein Stück Land 60 Ruthen breit und 180 Ruthen lang, also 60 Morgen groß und dessen Hauptdrain habe 11 Fuß Gefälle (auf 100 Ruthen also pp. 6 Fuß). Es werden 2zöllige Röhren (Tab. B) 0,0213 Cubikfuß Wasser abführen. Die Wassermasse entspricht einer Fläche von 3 Morgen 75 □R. = 615 □R. Ist die Fläche 60 Ruthen breit, so ist der Hauptdrain $\frac{615}{60} = 10$ Ruthen lang von 2zölligen Röhren zweckentsprechend. Von 10 Morgen kommen 0,0623 Cubikfuß Wasser zusammen, welche von 3zölligen Röhren bei dem oben angegebenen Gefälle abgeführt werden können; $\frac{10 \times 180}{60}$ giebt also die zulässige Länge der 3zölligen Röhren = 30 Ruthen. Davon genügten für die ersten 10 Ruthen 2zöllige Röhren, es bleiben 20 Ruthen mit 3zölligen zu legen. 21 Morgen wässern ab durch 4zöllige Röhren. Diese werden also lang $\frac{180 \times 21}{60} = 63$ Ruthen oder es bleiben nach Abzug jener 30 Ruthen noch 33 Ruthen 4zöllige Röhren. Nach Abzug der vorigen werden die folgenden 51 Ruthen $\left(\frac{38 \times 180}{60} = 114 \text{ Ruthen} - 63\right)$ mit 5zölligen Röhren und dann erst das übrige Ende mit 6zölligen Röhren gelegt werden müssen.

Die Ersparniß ist hierbei gar nicht unbedeutend:

120 F.	2zöll.	Röhr. kost. à mille	5 Thlr.	10 Sgr.	= — Thlr.	19 Sgr.	3 Pf.
240 =	3 =	= = = =	10 =	10 =	= 2 =	14 =	5 =
400 =	4 =	= = = =	15 =	10 =	= 6 =	6 =	— =
610 =	5 =	= = = =	21 =	— =	= 12 =	24 =	4 =
				Summa	22 Thlr.	4 Sgr.	— Pf.

Wäre diese Strecke mit 6zölligen Röhren gelegt, so hätten dazu 1370 F. 6zöll. Röhren à mille 28 Thlr. oder 38 Thlr. 10 Sgr. 9 Pf. gehört. Mithin sind erspart 16 Thlr. 6 Sgr. 9 Pf. eine Summe, welche bei der kurzen Strecke gewiß nicht unbedeutend

genannt werden kann.*) Wären zu dem ganzen Sammeldrain engere Röhren genommen, so würde derselbe das Wasser nur unvollständig abführen können, und zwar würde die Wirkung derselben sich in der Weise äußern, daß, wenn die Röhren proportional zu enge sind, der Wasserstand gleichmäßig im Boden so lange und so hoch erhalten wird, bis der Druck desselben auf das in den Röhren fließende Wasser dies so viel schneller vorwärts treibt, daß der Abfluß durch das zu enge Profil der Röhren dem Zufluß gleich wird, und daß der Boden langsam, wenngleich ziemlich gleichmäßig abtrocknet. Solche Proportionalität ist aber fast niemals zu erreichen. An einzelnen Punkten müssen die Röhren zu weit sein. Die Folgen zu enger Röhren äußern sich deshalb gewöhnlich auch anders, und zwar bei flacher, ebener Lage des Terrains durch ungleichmäßiges Abtrocknen und längeres Naßbleiben einzelner Stellen, bei starkem Gefälle der Saugdrains dagegen dadurch, daß das Wasser, wie das schon oben beschrieben ist, zwischen den Stoßfugen heraustritt, den über dem Sammeldrain liegenden Boden aufweicht, bis an die Oberfläche dringt und, Kochquellensprudel bildend, über derselben abläuft. Dieser Fall ist hier schon mehrmals beobachtet. Bei der späteren Untersuchung fanden sich die Röhren vollständig rein und offen, das Getreide war aber an solchen Stellen trotz der Drainage ebenso vollständig ausgewintert, als früher. Je nach der Nässe des Jahres oder nach der mehr oder minder großen Differenz zwischen den angewendeten und den nothwendigen Röhrenweiten werden die Nachtheile sich bald größer, bald geringer herausstellen.

Die allgemeine Regel würde also bei Berechnung der Sammeldrainweiten den Werth der abzuleitenden Wassermenge mit 0,0062 p. Morgen und Secunde in Ansatz bringen. Wie indeß jede Regel ihre Ausnahmen hat, so kommen Fälle vor, wo das auf diese Weise berechnete Resultat nicht das richtige sein würde, und zwar können sie in dem einen zu klein, im andern zu groß ausfallen. Es bleibt in diesen Fällen dem Ueberblick und der Erfahrung des Drainers überlassen, die Größe der Abweichung zu bestimmen.

Der erste dieser Fälle tritt da ein, wo der Boden durch Grund-

*) Es sind bei dieser und ähnlichen Berechnungen die englischen Preise gewählt, weil dieselben für die weitern Röhren hier noch nicht feststehen. Sie werden aber in der ersten Zeit hier gewiß noch theurer und die obige Ersparniß dadurch noch größer.

und Quellwasser sehr naß, wo also ein beständiger namhafter Abfluß dieses Wassers auch nach der Drainage zu erwarten ist. Hier muß der nach der Regel berechneten Weite der Röhre noch so viel zugegeben werden, daß außer dem durchsickernden Regen- und Schneewasser dieser beständige Abfluß darin hinreichenden Platz findet. Eine solche Benutzung weiterer Röhren wird sogar zuweilen schon in den Saugdrains nöthig. Man muß beim Drainiren von quelligen Stellen oft mit 2zölligen Röhren beginnen, um nur das an einzelnen Punkten in Masse hervordringende Wasser fortleiten zu können.

Der andere entgegengesetzte Fall tritt da ein, wo der Boden der Art ist, daß die Drainage desselben wohl für wünschenswerth, aber doch nicht für durchaus nothwendig gehalten werden muß, und dies ist dann der Fall, wenn der Boden in sehr nassen Jahren wohl Fehlernten giebt, in anderen weniger nassen aber recht gutes Winter- und Sommerkorn liefert. Der Untergrund ist auf solchen Feldern niemals ganz undurchlassend, er hat sogar immer noch einen unterirdischen Abfluß. Nur genügt in Zeiten, wenn heftige atmosphärische Niederschläge zu lange andauern, dieser Abfluß nicht. Das von oben zuströmende Wasser kann nicht schnell genug durch den Boden hindurch und fort fließen, und erweicht darum die obere Krume übermäßig. Hier sollen die Drains nur diesen überflüssigen Theil, immer aber nur einen Theil des Wassers abführen, und dazu bedürfen sie natürlicher Weise nicht der Weite, die zur Abführung des Ganzen nöthig sein würde. Verschwindet doch zuweilen das in den Drains laufende Wasser aus denselben wieder ganz vollständig, sobald sie durch tiefsandigen Boden hindurch gelegt werden.

Die zu den Sammeldrains nothwendigen, auf diese Weise bestimmten Röhren werden zuweilen einen sehr bedeutenden Durchmesser haben müssen. Dennoch wird die Anwendung einer größeren Röhre immer vortheilhafter sein, als das Einlegen mehrerer Röhren von geringerem Durchmesser, wie es von vielen Seiten her empfohlen wird. Es ist dies nicht allein theurer, sondern auch viel unsicherer. Die Querschnitte der Röhren verhalten sich nämlich wie die Quadrate der Durchmesser; es kann also eine 4zöllige Röhre nur durch zwei 3zöllige, eine 5zöllige durch eine vier- und eine 3zöllige ersetzt werden. Im ersteren Falle kosten

1000 St. 4zöllige Röhren . . . . 15 Thlr. 10 Sgr.
2000 = 3 = aber à mille 10 Thlr. 10 Sgr. 20 = 20 =

also mehr 5 Thlr. 10 Sgr.

oder im andern Falle 1000 Stück 5zöll. Röhren kosten 21 Thlr.
1000 Stück 4zöllige Röhren 15 Thlr. 10 Sgr.
1000 = 3 = = 10 = 10 =

zusammen 25 Thlr. 20 Sgr.

die vier= und 3zölligen also mehr 4 Thlr. 20 Sgr.

Die laufende Ruthe Sammeldrain wird mithin durch Anwendung doppelter Röhrenstränge bedeutend vertheuert.

Die einzelnen weiteren Röhren sind aber auch sicherer, als die mehrfach gelegten engeren, weil die größere Wassermasse in jenen entschieden eine größere Kraft besitzt, und daher die Röhren reiner zu erhalten vermag, als die kleineren in zwei engen. Ferner müssen zwei kleinere Röhren, wenn sie eben so viel wirken, d. h. an Quantität eben so viel Wasser in derselben Zeit abführen sollen, wie die größere, ein stärkeres Gefälle haben. Um auf das vorige Beispiel zurückzukommen, so giebt eine 5zöllige Röhre bei 10 Fuß Gefälle auf 100 Ruthen nach Tabelle B. in jeder Secunde 0,3060 Cubikfuß, eine 4zöllige bei demselben Gefälle nur

0,1716 Cubikfuß

und eine 3zöllige . . . 0,0805 =

beide zusammen nur = 0,2521 Cubikfuß.

Beide also trotz der Gleichheit der Querprofile
und des Gefälles . . . . 0,0539 Cubikfuß

Wasser weniger, als die eine weitere Röhre. Sie müßten 15 Fuß Gefälle erhalten, um eben so viel Wasser ausgeben zu können, als jene.

Endlich muß auch noch hinzugefügt werden, daß, wenn bei der Anwendung mehrerer Röhren, namentlich bei dreien, von denen zwei unten und eine oben darauf gelegt wird, die eine, im letztern Falle gewöhnlich die oberste, sich sehr leicht verstopft und voller Sand treibt.

Nur in dem einen Falle, daß keine so großen Röhren als erforderlich zu beschaffen, und die Gräben schon aufgeworfen sind, ein längeres Offenstehen derselben aber gefährlich werden würde, kann man allenfalls mehrere kleinere statt einer großen zu den Sammeldrains anwenden.

§ 14. Wie kommt das Wasser in die Röhren?

Die Erklärung der Art und Weise, wie das Wasser zu den und in die Röhren hineingelangt, ist zwar von untergeordneter Wichtigkeit, da die Thatsache bereits feststeht, daß es den Weg hinein findet, allein es ist das Manchen noch nicht recht glaublich, und darum muß zur Beruhigung derselben eine nähere Auseinandersetzung hier Platz finden.

In sandigem Boden versinkt das Wasser in den offenen Zwischenräumen zwischen den einzelnen Sandkörnchen. Lehm- und Thonboden haben solche Wege nicht. Hier sind es vorzugsweise die Risse und Spalten, welche durch das Zusammenziehen desselben sich gebildet haben, und durch stärkeres Austrocknen nach vollendeter Drainage bis zur Tiefe der Drains sich erweitern. Ferner helfen dazu, wie auch schon früher bemerkt worden ist, die Röhrchen, welche von Pflanzenwurzeln gebildet werden, und bis zu einer oft bedeutenden Tiefe hinabreichen, endlich die Gänge von manchen Insekten u. s. w. mit. Auf diesen Wegen sinkt das Wasser durch seine Schwere bis an die Röhren der Drains hinab.

In dieselben gelangt es dann, man kann beinahe sagen einzig und allein durch die Stoßfugen zwischen denselben; denn wenn auch manche Sorten von Röhren aus magerem Thon etwas Wasser durch ihre Wandung durchschwitzen, so lange sie neu sind, so kommt die geringe Menge dieses Wassers gar nicht in Betracht, sie beträgt nach verschiedenen Versuchen ungefähr nur $1/500$ der abzuführenden Wassermenge, oder noch weniger. Wahrscheinlich hört auch das Durchschwitzen nach kurzer Zeit auf. Ueberdies sind Röhren, welche Klinkerbrand erhalten, und dann noch weniger als vorher angegeben, also eigentlich gar kein Wasser hindurch lassen, besser als jene aus magerem Lehm, weil sie die Wahrscheinlichkeit einer größeren Dauer für sich haben. Auch mit Glasröhren, welche doch gewiß nicht durchschwitzen, hat man Versuche gemacht, und das Wasser ist ebenso in die Drains hineingekommen, wie bei der Anwendung gebrannter Thonröhren.

Das Wasser bedarf aber auch keiner andern Wege, als eben der Stoßfugen. Die Länge einer jeden einzelnen derselben beträgt bei 1zölligen Röhren mindestens 3 Zoll, eigentlich etwas mehr. Wird deren Breite nur zu $1/8$ Linie angenommen oder $1/96$ Zoll, also höchst enge, so hat diese Einflußöffnung einen Flächeninhalt von

$^1/_{32}$ □Zoll, oder 0,00022 □Fuß. Der Querschnitt der Oeffnung einer 1zölligen Röhre beträgt 0,0055 □F. oder beinahe $^3/_4$ □Zoll; 24 bis 25 Stoßfugen von $^1/_8$ Linie Breite haben bei 1zölligen Röhren mithin einen eben so großen Flächenraum als jenes Querprofil der Röhre selbst. Diese Stoßfugen befinden sich in zwei Ruthen Röhren. Es geht allerdings auf dieser Strecke noch nicht soviel Wasser durch dieselben in die Röhre hinein, als diese abführen kann, denn die Stoßfuge ist nicht rund herum offen, sondern an einer oder mehreren Stellen stoßen die gut gelegten, aber gewöhnlich nicht ganz gleichmäßig und scharf abgeschnittenen Röhren ganz dicht an einander, an den übrigen offenen Theilen legen sich Sandkörnchen, welche ihrer Größe wegen nicht hindurch können, von außen fest an dieselben an, und bilden so rund um dieselbe herum ein Filter, welches zwar nur klares, an Quantität jedoch bedeutend weniger Wasser in die Röhren hinein läßt, als wenn die Fuge ganz offen bliebe, aber es kommt auch gar nicht darauf an, daß die Röhren auf den ersten beiden Ruthen schon voll laufen, sie sollen vielmehr auf ihrer ganzen Länge überall möglichst gleichmäßig das Wasser aus dem Boden aufnehmen. Daher darf eigentlich eine jede Fuge nicht einmal das ganze mögliche Wasserquantum hindurchlassen. Ueberdies ist die oben zu $^1/_8$ Linie angenommene Weite der Stoßfugen eine so geringe, daß sie nur bei sehr gut gearbeiteten und gebrannten Röhren und bei sehr sorgfältiger Arbeit einigermaßen inne gehalten werden kann. Dieselben werden in der Wirklichkeit an vielen Stellen gewöhnlich sehr viel breiter ausfallen. Darum wird auch bei dem allerstärksten Andrang allein durch diese Fugen immer so viel Wasser in die Röhren eindringen können, daß diese es bei einiger Länge gar nicht abzuführen im Stande sind. Von welcher Seite endlich das Wasser in die Röhren eintritt, ist von dem unterirdischen Wasserstande abhängig. Steht Stauwasser über den Röhren, so dringt dasselbe von allen Seiten in die Fuge ein, und zwar vermöge des Druckes mit größerer Geschwindigkeit als gewöhnlich. Erreicht der Wasserstand nicht mehr die ganze Höhe der Röhren, so tritt es von den Seiten hinein u. s. w. Findet sich endlich im Boden Grundwasser, welches unter höherem Druck senkrecht darin in die Höhe steigt, so kann das Wasser auch von unten herauf in die Röhren eindringen. Jedem weichenden und abfließenden Wassertropfen folgt die atmosphärische

Luft bis zu den Drains in den Boden hinab nach. Die Hauptsache ist dabei und bleibt es, daß es in hinreichender Quantität in die Röhren hineindringt und von denselben abgeführt wird, und an diesem Erfolge ist nach den vorliegenden vielen Erfahrungen nicht mehr zu zweifeln.*)

Zweiter Abschnitt.

Praktische Ausführung.

§ 15. Voruntersuchungen.

Bevor mit der Ausführung einer Drainanlage begonnen werden kann, muß man schon vorher

1) die Möglichkeit und Tiefe der vorhandenen oder zu schaffenden Vorfluth,

2) das Gefälle des Terrains,

3) die Beschaffenheit und die Lagerungsverhältnisse des Bodens und Untergrundes

so genau, als möglich kennen zu lernen sich bemühen.

Die Möglichkeit und Tiefe der Vorfluth und das Gefälle des Terrains lernt man, wenn beides nicht sehr in die Augen fallend ist, oder wenn man nicht die Uebung hat, es mit bloßen Augen zu sehen, durch ein Nivellement kennen, d. h. die Kunst, die verschiedenen Höhen und das Gefälle des Bodens zu messen und zu vergleichen.

---

*) Wie sehr die Phantasie oft durchgehen kann, beweist die von Herrn Röder öffentlich verfochtene Ansicht, die in den Röhren enthaltene Wassermenge wirke wie ein Pumpeneimer, sie sauge das Wasser aus dem Boden. Der genannte Herr hat dies Pumpen sogar hören können! Wir wollen hierbei nur erinnern, daß, wenn über dem Wasser im Drainrohr ein luftleerer Raum, der zum Pumpen doch nöthig ist, entstehen könnte, und die den Pumpeneimer vertretende Wassersäule nicht zerrisse, das Wasser daraus nicht nur nicht abfließen, sondern bis auf 32 Fuß in die Höhe dem oberen Ende des Drainrohrs zu getrieben werden müßte. Der Röhrenstrang würde, wenn die Ausflußöffnung unter Wasser, das Wasser aus dem Abzugsgraben oder dergl. sogar in die Höhe ziehen.

Dazu gehört zunächst ein Instrument zum Visiren einer horizontalen Linie, d. h. einer Tangente an die Peripherie der Erde, wenigstens an einen derselben concentrischen Kreis, und zwar am besten eine Libellenwage. Der Haupttheil dieses Instruments ist eine Röhrenlibelle. Sie besteht aus einer 2 bis 5 Zoll langen metallenen cylindrischen Röhre, deren eine offene Seite mit einer sehr wenig concav geschliffenen Glasplatte ganz dicht verschlossen ist. Die Röhre ist mit einer Flüssigkeit so weit gefüllt, daß nur noch eine Luftblase darauf schwimmt, welche in der Mitte der Glasplatte stehen muß, wenn die Libelle horizontal liegt. Parallel mit dieser Röhre ist an dem Instrument (manchmal über, manchmal unter derselben) gewöhnlich ein Fernrohr befestigt, dessen Sehachse durch ein Fadenkreuz bezeichnet ist. Steht die Röhrenlibelle horizontal, so muß auch die Sehachse des Fernrohrs, d. h. die Visirlinie, horizontal sein. Die Stellung des Instruments auf einem dreibeinigen Stativ geschieht auf sehr verschiedene Art durch Schraubenvorrichtungen. Bei genauer Arbeit und gehöriger Rectification ist eine Libellenwage für die Drainage unstreitig das zweckmäßigste Nivellirinstrument, weil man damit von einem Punkte aus 20, 30 und mehr Morgen übersehen kann, und dadurch einer Menge von Rechnungen überhoben wird, in die sich hineinzufinden, klarer Ueberblick und viel Uebung gehört.

In der Noth ist auch die Kanal- und Mercurialwage zu brauchen.

Außer dem Instrument zum Visiren der Horizontallinie ist ein anderes nöthig, den Abstand dieser Horizontalen von den zu vergleichenden Punkten zu messen: die Tafel oder Zielscheibe. Sie besteht aus einer hölzernen, in Fuße, Zolle und Sechstelzolle getheilten Latte, gewöhnlich von 12 Fuß Länge, an welcher eine bewegliche, kreuzweis in vier schwarze und weiße Felder getheilte Tafel auf- und nieder geschoben werden kann. Sie wird durch drei Bügel gehalten. Die untere Kante des mittelsten schneidet mit der Mittellinie der Tafel auf deren Vorderseite genau ab, und giebt auf der eingetheilten Rückseite der Latte die Höhe an, in der die Tafel nach der Visirlinie von vorn eingerichtet ist. Befestigt wird diese Tafel an der Latte durch einen von der Seite dazwischen geschobenen Keil, welcher fest angeklopft wird.

a) Das Nivelliren.

Das Verfahren beim Nivelliren selbst ist folgendes:

Soll eine Linie nivellirt werden, so theilt man sie zuerst in Stationen, d. h. in beliebige Theile, deren Länge aber der Sehweite des Instruments entsprechen muß. Die Endpunkte dieser Stationen werden durch doppelte Pfähle, von denen der eine oben recht gerade abgeschnittene so tief in die Erde eingeschlagen wird, daß die Oberkante mit der Erdfläche gleich hoch liegt, bezeichnet. Dieser Pfahl giebt der Tafel einen unverrückbaren Stand. Der zweite mit der laufenden Nummer 0, 1, 2 u. s. w. bezeichnet, wird dicht neben dem ersten eingeschlagen und ragt 1 Fuß über der Erde hervor, um die Stelle zu bezeichnen, an der der andere, der eigentliche Stationspfahl, steht.

Auf dem ersten mit Nr. 0, Tab. I. Fig. 4 bezeichneten Pfahl wird ein Arbeitsmann mit der Tafel, in der Mitte zwischen den Stationspfählen Nr. 0 und 1 wird das Instrument aufgestellt. Nachdem dasselbe dann horizontal gerichtet, wird nach der Tafel bei Nr. 0 hin visirt, und dieselbe an der Latte nach den Winken des Visirenden so lange auf- oder nieder geschoben, bis die Mitte derselben in die Visirlinie fällt. Paßt alles, so wird die Tafel mit dem Keile festgemacht. Ein zweites Visiren nach der festgesteckten Tafel dient als Probe, daß dieselbe bei dem Festmachen nicht verrückt und alles in Ordnung ist. Demnächst bringt der Arbeiter die Latte dem Techniker, welcher die von der Mittellinie der Tafel gezeigte Höhe, die Visirhöhe rückwärts, z. B. 3 Fuß 2 Zoll 10 Linien, anschreibt, und geht dann nach dem Pfahl Nr. 1, stellt dort die Tafel wieder auf den tief eingeschlagenen Pfahl auf, macht durch Fortnahme des Keils dieselbe wieder los, schiebt sie nach den Winken des Visirenden so lange auf und nieder, bis das Mittel derselben wieder in dieselbe Visirlinie paßt, und macht sie dann von neuem eben so fest, wie vorher auf dem Pfahle Nr. 0. Nachdem der Visirende auch jetzt noch einmal hingesehen, und alles richtig gefunden hat, wird das Instrument aufgenommen, weiter getragen, im Vorbeigehen bei Nr. 1 die Höhe der Tafel, die Visirhöhe vorwärts, z. B. 8 Fuß 7 Zoll 3 Linien, angeschrieben, und das Instrument in der Mitte zwischen den Pfählen Nr. 1 und 2 auf- und horizontal gestellt. Der Arbeitsmann mit der Tafel ist so lange auf Nr. 1 stehen geblieben, hat die Tafel losgemacht, und richtet

dieselbe nun wieder, nachdem sie umgedreht, nach den Winken des Visirenden ein, macht sie fest, wenn's richtig ist, bringt sie hin zum Instrument; kurz die ganze vorher beschriebene Operation wiederholt sich genau auf jeder neuen Station.

b) Führen des Brouillons und Berechnen beim Nivelliren.

Die so gefundenen Höhen werden aufgeschrieben, um daraus die Lage der verschiedenen Stationspunkte berechnen, und mit einander vergleichen zu können. Dieses Aufschreiben kann auf verschiedene Art gemacht werden. Am einfachsten scheint es, dabei dem Gange der Operation, so wie sie draußen ausgeführt wird, zu folgen, und in einer Zeichnung, welche die verschiedenen Tafelstellungen andeutet, die beobachteten Höhen einzuschreiben, Tab. I. Fig. 4, und dann später zu Hause das Weitere zu berechnen.

Nach dem oben angenommenen Beispiele war die Visirhöhe der Station 0—1 rückwärts, also vom Instrument aus nach dem Anfangspunkte des Nivellements gesehen, 3 Fuß 2 Zoll 10 Linien, die Visirhöhe vorwärts, also in der Richtung, wohin das Nivellement geht, 8 Fuß 7 Zoll 3 Linien. In Station 1—2 sei Visirhöhe rückwärts 2 Fuß 4 Zoll 8 Linien, vorwärts 7 Fuß 3 Zoll 6 Linien. Station 2—3 rückwärts 10 Fuß 9 Zoll 2 Linien, vorwärts 1 Fuß 11 Zoll 4 Linien u. s. w.

Die Differenz zwischen den beobachteten Visirhöhen rück- und vorwärts giebt das Steigen und Fallen einer jeden Station, und zwar Steigen, wenn die Visirhöhe rückwärts größer, als die vorwärts, und Fallen, wenn umgekehrt die erstere kleiner ist, als die letztere. Nach dem obigen Beispiel waren die Visirhöhen

Station 0—1 rückwärts	3′	2″	10‴
vorwärts	8′	7″	3‴
mithin fällt das Terrain um	5′	4″	5‴
Station 1—2 rückwärts	2′	4″	8‴
vorwärts	7′	3″	6‴
Das Terrain fällt wieder	4′	10″	10‴
Station 2—3 rückwärts	10′	9″	2‴
vorwärts	1′	11″	4‴
Hier steigt das Terrain	8′	9″	10‴

Diese Differenzen gelten aber immer nur für die beiden Endpunkte einer und derselben Station. Man sieht daraus, wie viel höher Nr. 0 liegt, als 1, wie viel niedriger 2 liegt, als 3 u. s. w., aber man kann daraus noch keine Uebersicht gewinnen, wie das Verhältniß aller Punkte unter einander ist, wie viel höher oder niedriger z. B. hier Nr. 0 liegt, als Nr. 3. Dieses Verhältniß wird aber klar werden, wenn man die Lage eines jeden einzelnen Punktes gegen eine einzige horizontale Linie, oder gegen einen Normalpunkt kennt, und darum muß auch dies noch berechnet werden. Das Verfahren dabei wird am deutlichsten werden, wenn das vorige Beispiel wieder zur Hand genommen wird.

Das Terrain von Station 0—1 fiel um 5 Fuß 4 Zoll 5 Linien. Der Punkt Nr. 1 liegt also auch um so viel niedriger als Nr. 0.

Das Terrain fällt ferner von Station 1 bis Station 2, und zwar um 4′ 10″ 10‴. Liegt nun der Punkt 1 um 5′ 4″ 5‴ niedriger als Nr. 0, so wird Nr. 2 um 5′ 4″ 5‴ + 4′ 10″ 10‴, also 10′ 3″ 3‴ niedriger liegen müssen, als Station 0.

Von 2—3 steigt das Terrain um 8′ 9″ 10‴. Lag aber Nr. 2 um 10′ 3″ 3‴ unter 0, so liegt Nr. 3 um 10′ 3″ 3‴ — 8′ 9″ 10‴ = 1′ 5″ 5‴ unter 0.

Von Station 3—4 steige das Terrain ferner um 5′ 2″ 8‴. Nr. 3 war 1′ 5″ 5‴ niedriger gefunden, als 0, es liegt also Nr. 4 1′ 5″ 5‴ — 5′ 2″ 8‴ also — 3′ 9″ 3‴ unter 0. Der negative Rest sagt aber nichts anderes, als daß der Punkt 4 nicht unter, sondern 3′ 9″ 3‴ über dem 0 Punkte liegt.

Fiele das Terrain auf Station 4—5 wieder um 6′ 8″ 5‴, so würden diese zu den vorigen negativen Summen hinzu zu rechnen sein. War also 4 nun — 3′ 9″ 3‴ unter 0, so ist Nr. 5 nun — 3′ 9″ 3‴ + 6′ 8″ 5‴ also + 2′ 11″ 2‴, mithin wirklich wieder unter 0 ꝛc.

Um diese Exempel übersichtlich zu machen, bringt man sie in Tabellenform, und um die Uebersicht noch mehr zu befördern, legt man die als Normale angenommene Horizontale gern so hoch, daß alle Punkte des Nivellements entweder unter, oder alle über derselben liegen. Für den ersten Fall würde die Tabelle folgende sein:

Nr. der Station	Visirhöhe rückwärts ′	″	‴	Visirhöhe vorwärts ′	″	‴	Das Terrain steigt ′	″	‴	Das Terrain fällt ′	″	‴	Höhe über dem Normalpunkt ′	″	‴	Höhe unter dem Normalpunkt ′	″	‴	Bemerkungen
0—1	3	2	10	8	7	3	.	.	.	5	4	5	.	.	.	5	4	5	
1—2	2	4	8	7	3	6	.	.	.	4	10	10	.	.	.	10	3	3	
2—3	10	9	2	1	11	4	8	9	10	.	.	.	.	.	.	1	5	5	
3—4	9	7	0	4	4	4	5	2	8	.	.	.	3	9	3	.	.	.	
4—5	1	11	7	8	8	0	.	.	.	6	8	5	.	.	.	2	11	2	

Für den andern Fall:

Nr. der Station	Visirhöhe rückwärts ′	″	‴	Visirhöhe vorwärts ′	″	‴	Das Terrain steigt ′	″	‴	Das Terrain fällt ′	″	‴	Ordinate unter der Horizontale			Länge der Station 0	Bemerkungen
	An	ge	no	m	me	ne	Ho	riz	on	ta	le		0	0	0		
0	da	ru	n	ter									10	0	0		
0—1	3	2	10	8	7	3	.	.	.	5	4	5	15	4	5	20	
1—2	2	4	8	7	3	6	.	.	.	4	10	10	20	3	3	25	
2—3	10	9	2	1	11	4	8	9	10	.	.	.	11	5	5	30,5	
3—4	9	7	0	4	4	4	5	2	8	.	.	.	6	2	9	25	
4—5	1	11	7	8	8	0	.	.	.	6	8	5	12	11	2	30	

In dieser letzteren Weise wird dann das Nivellement auch aufgezeichnet Tab. I. Fig. 5.

Dazu gehört dann auch noch das Aufnehmen und Einzeichnen der Länge der einzelnen Stationen in die Tabellen und in den Plan. Um den letztern recht übersichtlich zu machen, werden endlich auch die Stationsnummern über der Horizontallinie und die verschiedenen Höhen neben den entsprechenden Ordinaten eingeschrieben.

Als Probe für die richtige Rechnung kann man alle beobachteten Höhen rückwärts und alle vorwärts, und das sämmtliche Steigen und Fallen zusammen addiren. Die Differenz sowohl zwischen jenen, wie zwischen diesem müssen mit einander und mit der letzten berechneten Ordinate, d. h. mit der Höhe des letzten Punktes übereinstimmen. Mit Tabellen, wie die erste, kann man auch draußen Brouillon führen und die beobachteten Höhen darin sofort einschreiben und berechnen. Dieses Verfahren ist dem vorhin beschriebenen besonders darum vorzuziehen, weil man auf diese Weise die Höhe eines jeden Punktes, an dem man sich eben befindet, sogleich erfährt, weil dadurch das Auge einen gewissen Anhalt erhält, und weil hierdurch wieder die Uebersicht über größere Terrains und größere Längen ganz ungemein gefördert wird. Außerdem kann man jeden

Augenblick bei der Draußenarbeit nützlich verwenden, und braucht keine Zeit mit Warten auf die Arbeitsleute zu verlieren.

c) Untersuchung des Bodens.

Demnächst geht man an die Prüfung der Beschaffenheit des Bodens und der Lagerungsverhältnisse des Untergrundes, um wo möglich den Grund der Nässe und das Vorhandensein und die Tiefe einer Wasser führenden Schicht zu erfahren. Man läßt zu dem Ende 5 Fuß lange, $1^3/_4$ bis 2 Fuß breite, 5 Fuß tiefe Löcher an verschiedenen Stellen, und zwar eben sowohl an den niedrigsten Stellen des zu drainirenden Landes, als auch und ganz besonders am Rande der nassen Partien, an der Höhe herum, ausgraben, weil, falls sich Grundwasser finden sollte, dasselbe von den höheren Gegenden zufließt, und es dann darauf ankommt, dasselbe besonders an seinem Ursprunge abzufassen und abzuleiten, und dazu an diesen Stellen tief genug in den Boden hineinzuschneiden. Tiefer als 5 Fuß zu graben hat Schwierigkeit, und geht zu langsam. Sollte daher mit 5 Fuß Tiefe eine Wasser führende Schicht noch nicht gefunden sein, so muß man einen Erdbohrer zu Hülfe nehmen. Man darf sich indeß durch die scheinbare Beschaffenheit des mit diesem herausgehobenen Bodens nicht täuschen lassen. Bei dem Bohren ist durch die Schneide des Instruments der Boden so gemischt, wie durch einen Thonschneider. Derselbe hat deshalb ein viel homogeneres Ansehen, als er seiner Natur nach wirklich besitzt, und als dies beim Ausgraben zu erkennen sein würde. Oft scheint Lehm da zu sein, wo wirklich nur Schlick und Triebsand ist. Spuren der eigentlichen Natur des Bodens findet man noch einigermaßen, wenn man den mit dem Bohrer herausgehobenen Erdkörper auseinanderbricht. Auf der Bruchfläche liegen noch Streifen von Lehm und Sand ꝛc. getrennt neben einander; doch wird man bei einiger Uebung das bald erkennen lernen.

Ebensowenig darf man sich durch das Zuströmen von Wasser in das gegrabene oder Bohrloch täuschen lassen. Ganz gewöhnlich sind auch die Schichten über der eigentlich zuführenden damit angefüllt, und es läuft schon von da aus in die Löcher hinein. Oft findet sich das Wasser über einer Schicht von sehr festem blauen oder grauen, zuweilen auch gelben Sande. Dies ist aber niemals der undurchlassende Untergrund, sondern obgleich so hart und fest,

daß er kaum mit dem Spaten zu durchstoßen ist, und obgleich ziemlich trocken aussehend, liegt er gewöhnlich doch noch über der eigentlichen Triebsandschicht, und wird in einen dünnen Brei verwandelt, sobald viel darin gerührt wird. Durch eine solche Sandschicht muß man hindurch. Unter derselben befindet sich in der Regel erst die eigentlich Wasser führende Schicht, zuweilen von sehr bedeutender Mächtigkeit. Letztere ist dabei oft so weich, daß sich der Bohrer mit Leichtigkeit einige Fuß hineindrücken läßt. Häufig sprudeln auch nach Wegnahme des festen Sandes Kochquellen daraus in die Höhe. Auch unter dem Lehmboden trifft man nicht selten in einiger Tiefe eine so weiche Erdschicht, welche gebohrt, wie dünn gemachter Lehm aussieht. Oft liegen auch mehrere Wasser führende Schichten übereinander; kurz, es treten in unserem Untergrunde die mannigfaltigsten Verhältnisse auf. Je tiefer in diesen Boden die Röhren hineingelegt werden können, desto gründlicher und auf eine desto größere Entfernung wirken die Drains, während zu flache, wenn auch nicht weit auseinandergelegte, manchmal fast ohne allen Erfolg bleiben können.

Zum richtigen Erkennen der verschiedenen Verhältnisse gehört allerdings einige Erfahrung, man muß so etwas öfters gesehen haben. Bei aufmerksamer Beobachtung und sorgfältiger Prüfung und Untersuchung der Probelöcher wird man indeß bald dahinter kommen, wenn man nur erst weiß, worauf zu achten ist.

Diese Untersuchungen führen am leichtesten und sichersten zum Ziele, wenn nur noch wenig Wasser im Boden vorhanden, und dasselbe allein auf die es eigentlich zuführende Schicht beschränkt ist, während sie in nasser oder dürrer Zeit denjenigen leicht täuschen können, der sie noch nicht oft ausgeführt hat, und zwar, weil in nasser Zeit der Boden überall voll Wasser steckt, bei anhaltender Dürre aber oft gar keins zu finden ist.

Die Bohrversuche wird man nur selten über 9—10 Fuß tief zu machen brauchen. Man bestimmt dann die Tiefe der Drains nicht nach dem Wasserstande, bis zu welchem das Grundwasser in die Höhe steigt, denn der ist zu verschiedenen Zeiten ganz verschieden, sondern nach der Tiefe, in der die Erdschicht, welche dieses Wasser zuführt, unter der Oberfläche liegt. Diese Probelöcher sind das einzige Mittel, in unserer Diluvialformation die Lagerungsverhältnisse des Bodens zu erkennen, und wenn derartige Untersuchungen

von Manchen auch für überflüssig gehalten, wohl gar Künsteleien genannt werden (Verhandlungen der deutschen Landwirthe in Hannover 1852, Gropp's deutsches Drainbuch p. 20), so spricht das nur gegen die Angreifenden und erregt den Verdacht, daß sie selbst dergleichen noch nicht gründlich und vielseitig genug gesehen und gemacht haben.

Eigene Versuchdrains zu machen, wie Kreuter p. 120 empfiehlt, oder Versuchsgräben, wie andere angegeben, kann kaum etwas nutzen, da dieselben sehr bald zusammenschwimmen, und zur Beobachtung der Wirkung derselben im ungünstigen Falle Jahre gehören würden. Um diese Zeit wäre es wirklich Schade, und da aus den oben angegebenen Untersuchungen auch ohne diese die sichersten Schlüsse gezogen, ja sogar genauere Resultate erhalten werden, weil man den Untergrund in noch größerer Tiefe kennen lernt, als durch die Gräben möglich ist, so ist davon nur abzurathen.

§ 16. Entwurf des Projekts.

Ist auf diese Weise die nothwendige Tiefe des Drains ermittelt, mit dem Gefälle des Terrains und der vorhandenen Vorfluth verglichen, das eine nach dem andern modificirt, und danach die Entfernung der Röhrenstränge von einander festgestellt, so geht es an den Entwurf des Projekts, an die Bestimmung der Lage der Saug- und Sammeldrains und deren Absteckung. Zu dem Ende sucht man, wenn die Fläche von einiger Bedeutung ist, zuerst das ganze zu drainirende Terrain sich dadurch in mehrere Theile zu theilen, daß man die augenscheinlichsten Wasserscheiden festlegt, daß man also nach der Lage der Oberfläche verschiedene Systeme bildet, welche sich in verschiedenen Sammeldrains vereinigen. Bei bedeutendem Gefälle des Terrains hat das keine großen Schwierigkeiten, wohl aber bei flacher Lage des Bodens, weil hier das Augenmaß so leicht und so sehr täuscht. Wer bei aufgehendem Winter, bei Schneewasser oder bei heftigen Regen den Boden längere Zeit zu beobachten, die Gelegenheit gehabt, hat an dem Abfluß oder Stehenbleiben dieses Wassers schon einen gewissen Anhalt, und wird sich leichter orientiren. Wer aber das Feld in diesem Zustande nicht kennt und wer glaubt, sich darauf noch nicht verlassen zu können, muß das Nivellirinstrument zur Hand nehmen, und damit sich zunächst Horizontallinien auf dem Terrain aufsuchen.

Das kann auf zweierlei Weise geschehen, und zwar auf direktem und indirektem Wege. Im ersteren Falle besteht das Verfahren beim Abstecken dieser Horizontalen in dem Aufsuchen mehrerer Punkte, welche einerlei Höhe haben.

Dazu stellt man zuerst das Nivellirinstrument an einem Punkte a Tab. I. Fig. 6 auf, von dem aus man möglichst viele solcher Punkte übersehen zu können hofft, und richtet dasselbe nach allen Seiten horizontal. Dann bestimmt man die Höhe der Horizontale, entweder indem man die Tafel beliebig hoch oder niedrig stellt und fest macht, oder, wenn man von einem gegebenen Punkte a ausgehen will, indem man die Tafel auf diesem aufstellen und wie beim Nivelliren nach der Visirlinie einrichten, und wenn sie paßt, fest machen läßt. Dann geht der Arbeitsmann, jedoch ohne die Tafel wieder loszumachen, nach einem zweiten, von dem ersten beliebig 3, 4, 5 Ruthen entfernten Punkte b, von dem er glaubt, daß er weder höher noch niedriger liege, als der erste, und stellt auf demselben die Tafel wieder auf. Selten nur oder erst nach vieler Uebung wird auf einmal die rechte Höhe getroffen. Vom Instrument aus wird dahin visirt. Geht die Visirlinie über die Mitte der Tafel hinaus, so ist der Punkt zu niedrig. Der Mann muß mit derselben nach einem andern höheren Punkte gehen, und sie da wieder hinstellen nach c. Es wird wieder visirt. Geht die Visirlinie unter der Mitte der Tafel fort, so ist der Punkt zu hoch, die Tafel muß weiter hinunter gebracht werden nach d und so fort, bis sich ein Punkt e findet, auf welchem die Visirlinie genau die Mitte der Tafel schneidet. Dieser Punkt wird durch einen leicht eingeschlagenen Pfahl bezeichnet, und der Mann mit der Tafel geht weiter. Es wird auf dieselbe Weise ein zweiter, dritter Punkt f, g, h u. s. f. gesucht, so weit die Sehweite des Instruments oder das Terrain es gestattet. An dem letzten Punkte, der so vom ersten Aufstellungsplatze des Instruments bestimmt worden ist, h, bleibt die Tafel stillstehen. Das Instrument wird weiter gebracht nach y, wieder aufgestellt, so daß man von dieser Stelle aus rückwärts die Tafel, und nach der andern Seite weiter sehen kann, wieder horizontal gestellt, dann die Tafel, aber immer noch auf ihrem zuletzt gefundenen Standpunkte h, losgemacht, nach der neuen Horizontale des Instruments genau eingerichtet, und dann, wenn es richtig ist, fest gemacht. Mit dieser neuen Höhe der Tafel, welche

der neuen Visirlinie des Instruments entspricht, werden dann weitere Punkte i, k, l u. s. w. gesucht, die eben so hoch liegen als der letzte h, also auch eben so hoch, wie der Anfangspunkt a. Die Operation wiederholt sich. Gutes Augenmaß und Uebung erleichtern die Arbeit sehr und machen viel Laufen überflüssig.

Man bezeichnet die aufgesuchten Punkte der Horizontallinien um Irrungen zu vermeiden, und sie schon aus der Ferne kenntlich zu machen, durch schräg eingeschlagene Pfähle.

Solcher horizontaler Linien steckt man so viele ab, als zur Uebersicht des Terrains nöthig erscheinen. Das Auge gewinnt dadurch Anhaltpunkte und sieht klarer, und die niedrigsten und höchsten Stellen treten deutlicher und übersichtlicher hervor.

Indirekt findet man die Horizontalen, wenn man über die ganze Fläche ein nivellistisches Netz legt. Die Entfernung der Nivellementspunkte muß sich nach der mehr oder weniger kupirten Natur des Terrains richten.

Nur da, wo ein sehr geringes Gefälle und geringe Erhebungen oder Vertiefungen von einiger Ausdehnung vorkommen, verdient dies letztere Verfahren den Vorzug. In den meisten Fällen ist das direkte Aufsuchen der Horizontalen leichter und macht die Sache übersichtlicher.

Sind auf die eine oder andere Weise die Horizontalen gefunden, so projektirt man zuerst an den niedrigsten Stellen die Sammeldrains in möglichst geraden Linien, und bezeichnet deren Endpunkte durch aufgestellte Wiepen (d. h. Sangen, auf welche oben ein Strohwisch aufgesteckt ist) oder mit eigends bezeichneten (HD) größeren Pfählen. Ist es nicht möglich, die Sammeldrains in langen geraden Linien durchzuführen, so müssen die einzelnen geradlinigen Strecken derselben durch lange Bögen vermittelt werden, weil scharfe Ecken eine bedeutende Störung des Wasserflusses in Röhrleitungen verursachen.

Die Saugdrains werden demnächst möglichst senkrecht auf die Richtung der Horizontalen gelegt. Macht die letztere mehrere kleine Bögen hin und her, Taf. II. Fig. 1 a, b, c, d, so kann man eine gerade Linie als Durchschnittsrichtung derselben annehmen, a d, und auf diese winkelrecht die Saugdrains construiren, e f, e f. Hat man für denselben Abhang zwei oder mehrere Horizontalen abgesteckt, g h und i k, so nimmt man unter denselben ebenso eine Durch-

schnittsrichtung an, m n, welche die Lage der Saugdrains, u v, u v, ebenso bestimmt, wie vorher. Die Linien derselben werden unter einander parallel. Dabei wird man zuweilen eine geringe Abweichung von der Richtung des stärksten Gefälles nicht ganz vermeiden können, wenn man den Parallelismus der Röhrenstränge festhalten will. Eine geringe Abweichung wird aber auch von keinem erheblichen Nachtheil sein.

Macht die Horizontale aber eine nicht unbedeutende Krümmung nach innen, c d e, so betrachtet man sie so, als wäre sie aus zwei geraden Linien a d und d e zusammengesetzt, legt auf beide die Saugdrains winkelrecht, e f und q r, und läßt sie in der Ecke bei d so zusammenlaufen, daß die äußeren Enden in der gehörigen Entfernung von einander liegen. Eine kleine Strecke des einen Drains s t wird dann Sammeldrain.

Wird die Krümmung der Horizontalen aber sehr bedeutend, a b c Fig. 2 Tab. II., umschließt dieselbe also eine Niederung von einiger Länge, so legt man einen eigenen Sammeldrain dazwischen b d, und läßt die Saugdrains von beiden Seiten in diesen hineingehen, e f, e f.

Macht dagegen die Horizontale eine Krümmung nach außen, so kommt es bei der Bestimmung der Lage der Saugdrains auch hierbei auf die Figur dieser Krümmung und auf deren Lage gegen den Sammeldrain an, indem man jene gern so legt, daß sie mit diesen einen spitzen oder doch wenigstens einen rechten Winkel bilden. Um bei einem flachen Bogen der Horizontale herumzukommen, legt man zwischen zwei Saugdrains, welche unten in der doppelten, oben in der einfachen Entfernung von einander liegen, Tab. II. Fig. 3 a b a b, einen andern dazwischen, welcher dann nicht so hoch hinaufgeht und nicht so lang wird c d, als jene. Dadurch wird zwar der Zwischenraum zwischen den Saugdrains an einzelnen Stellen geringer, als der normale angenommen worden, allein bei einem Werke, welches wie die Drainage für lange Zeit gemacht wird, kann es auf geringe Mehrkosten, wie sie hierdurch erzeugt werden, unmöglich ankommen, sobald dadurch der Erfolg mehr gesichert wird. Ist die Krümmung sehr stark, Tab. II. Fig. 4, so muß man zuweilen zwischen zwei längere a b, a b mehrere kurze Drains zwischenlegen c d, c d, c d.

Ist die Krümmung noch stärker, so liegt zwischen derselben eine wirkliche Wasserscheide und die Drains gehen dann nach beiden

Seiten derselben hin ab, bleiben aber oben am todten Ende etwas auseinander, Tab. II. Fig. 6. Steigt umgekehrt das Terrain von einem Punkte aus nach mehreren Seiten ziemlich bedeutend, so kann man die Drains im Grunde flacher, an der Höhe tiefer, dafür aber hier weiter auseinander legen. Sie werden dann nicht parallel, sondern divergiren, Tab. II. Fig. 5.

Steigt das Terrain aber nur in einer Richtung bedeutend, bildet dasselbe also einen ziemlich stark fallenden Abhang; kann man die Drains unten nur flach, nach der Höhe zu aber immer tiefer machen und darum hier auch weiter auseinanderlegen, so muß man an dem untern Ende, wo sie nicht so tief werden und wo deshalb eine geringere Entfernung der Röhrenstränge von einander nöthig wird, kürzere Drains dazwischen legen, Tab. II. Fig. 7. Würden aber die längeren zu lang werden, oder kann ihnen der Verhältnisse wegen nicht die doppelte Entfernung der kürzern gegeben werden, so ist es besser, die Fläche in zwei Theile zu theilen und jedem derselben, sowohl dem oberen weiter drainirten, als auch dem unteren mit engeren Röhrensträngen, einen besondern Sammeldrain zu geben, Tab. II. Fig. 8, welche sich schließlich in einen einzigen vereinen können.

Bei der Anlage solcher Sammeldrains, welche längs der Höhe hingehen müssen, ist es häufig nicht möglich, eine gerade Linie zu finden, welche ziemlich gleichmäßiges und der Röhrenweite entsprechendes Gefälle bekommen könnte. Man kann dann anstatt e i n e s mehrere kürzere von einander unabhängige Strecken a b, c d einrichten, Tab. II. Fig. 10, oder dem einen einzigen eine gekrümmte, von der Lage des Terrains abhängige Figur geben, Tab. II. Fig. 9, nachdem dessen Lage mit dem Nivellirinstrumente ebenso gesucht worden ist, wie die einer Horizontallinie, jedoch mit dem Unterschiede, daß hierbei die einzelnen Punkte in gleichen Entfernungen von einander und die folgenden immer um das zu dieser Strecke gehörige Gefälle niedriger gesucht werden müssen. Die Sohle der Saugdrains braucht dabei nicht immer eine gerade Linie zu bilden. Ist der Bergabhang, welchen der Drain hinabgeht, nicht gerade, sondern krumm, convex, Tab. II. Fig. 11, oder concav, Tab. II. Fig. 12, so kann die Grabensohle immer noch parallel mit der Oberfläche gemacht werden, nur muß man im ersten Falle oben, im andern unten darauf sehen, daß auf den flachen Strecken das Gefälle des Drains nirgends ein zu geringes wird, und daß namentlich im zweiten Falle unten nicht zu

enge Röhren gelegt werden. Bei der Prüfung, wie weit die zu solchen Drains zu verwendenden Röhren sein müssen, hat man vorzugsweise auf das Gefälle der untersten Strecken Rücksicht zu nehmen.

Schließlich noch eine Warnung!

Man vermeide es, lange und auf der oberen Strecke stark, am unteren Ende aber weniger fallende Saugdrains in solche Sammeldrains zusammen zu ziehen, deren Ausflußöffnung bei Fluthen tief unter dem Wasserspiegel des Vorfluthgrabens liegt. Das Gefälle des Sammeldrains ist dann um die Höhe des Wasserstandes im Graben verringert, die Saugdrains führen aber zur Zeit viel Wasser zu. In der Regel ist dann der Sammeldrain zu klein, und kann die Wassermasse jener nicht fassen. Vermöge des starken Gefälles und daraus folgenden hohen Druckes sprudelt das Wasser über dem Sammeldrain in die Höhe. Der Nutzen der Drainage geht im günstigen Falle verloren, im ungünstigen schadet sie.

Hier ist es gerathen, die Saugdrains aus dem hohen Theile des Feldes in besonderen Sammeldrains zu vereinigen, welche über jener Fluthhöhe liegen, und außerdem die niedrigen Partien für sich zusammenzufassen.

Im Allgemeinen thut man beim Projektiren wohl daran, auch geringe Erhebungen und Senkungen des Bodens, sobald sie von nur einigem Umfange sind, zu beachten und ihnen einen Einfluß auf die Lage der Drains und auf die Anordnung von Sammeldrains zu gestatten. Es ist in der Regel besser, mit den Drainlinien durch solche, wenn auch geringe Höhen nicht hindurchzugehen. Vorzugsweise ist das zu vermeiden, wenn Schlick oder Triebsand im Untergrunde sich finden, weil dieser gerade unter den Höhen am höchsten liegt, die Gräben also tief in denselben einschneiden müssen. Wie schwierig dies sei, darauf ist schon früher wiederholt hingewiesen. Es würde deshalb durchaus unpraktisch sein, die Gelegenheit dazu aufzusuchen, wenn man es doch leicht vermeiden kann. Der Grabensohle in solchen Fällen das gehörige stetige Gefälle zu geben, setzt überdies eine besondere Geschicklichkeit und Zuverlässigkeit der Arbeiter, oder eine vorzüglich tüchtige Aufsicht voraus, Eigenschaften, die nicht all zu häufig sind, und an welche zu appelliren, immer möglichst vermieden werden muß. Aus diesen Gründen ist es gewöhnlich besser, die Draingraben so zu legen, daß deren Sohle parallel mit der Oberfläche des Bodens

gehen kann, und nur solches Terrain mit wellenförmiger Oberfläche als ausgefüllt und eben zu betrachten, bei welchem diese Erhebungen und Senkungen keine nennenswerthe Ausdehnung haben, oder künstlich geschaffen sind, wie z. B. durch Zusammenpflügen von Rücken oder Beeten. Welchen Umfang aber solche beachtenswerthe Höhen haben müssen, das läßt sich gar nicht bestimmen. Es wird sich auch keine allgemein gültige Größe derselben feststellen lassen und die Entfernung der Drains insofern dabei zu berücksichtigen sein, als bei weiterer Entfernung manche kleine Erhebung dabei nicht beachtet werden kann, welche bei näherem Aneinanderlegen der Röhrenstränge von Einfluß gewesen sein würde.

Bei dem Abstecken der Saugdrains ist endlich auch darauf Rücksicht zu nehmen, ob das Grundwasser in weit verbreiteten Schichten oder in einzelnen Adern des Untergrundes auftritt, oder einer Quelle seinen Ursprung verdankt. Ist das erste der Fall, so ist es ziemlich gleichgültig, an welcher Stelle die Drains in die Wasser führende Schicht einschneiden, und nur wesentlich, daß sie dies thun. Trifft aber in den letzten beiden Fällen der Drain die Quelle oder Grundwasserader nicht gerade auf den Kopf, so bleibt dieselbe oft in der nächsten Nähe neben dem Drain (ich habe dies 4 bis 6 Fuß neben einem 7 Fuß tiefen Drain selbst gesehen) unverändert, und erst nach einiger Zeit, oft nach mehreren Jahren bilden sich die nöthigen Wege, auf denen das Wasser nach den Drains sich hineinfindet. Genaue Beobachtung der Form der Oberfläche des Bodens, des Feuchtigkeitszustandes und der Vegetation auf solchen Stellen lassen dieselben häufig erkennen. Paßt daher ein Drain der Planlage nicht genau auf solche Stelle, so ist es besser, ihn darauf hinzurichten und die Differenz zwischen den andern einzutheilen. Ist dies nicht möglich, so kann ein kurzer Drainstrang von dem zunächst gelegenen Drain dahin abgezweigt werden. Man wird auf diese Weise den vollen Nutzen wenigstens sogleich gewinnen.

Zwar wird durch die Anordnung so verschieden gerichteter Saugdrains eine größere Anzahl von Sammeldrains nöthig, als wenn jene lang und nach einer Richtung gemacht werden, allein es ist auch nicht zu übersehen, daß diese mehreren Sammeldrains immer nur kleinere Flächen zu entwässern bekommen, und deshalb nur Röhren von geringem Durchmesser dazu verwendet zu werden brauchen, daß ferner zu den kurzen Saugdrains ebenfalls weniger weite Röh-

ren genügen, daß mithin die Anlagekosten wenigstens nicht erheblich dadurch vermehrt werden.

Man kann ferner, sobald es die Lokalität erlaubt oder bedingt, auch verschiedene Sammeldrains in einen einzigen und auf diese Weise mehrere einzelne Systeme zu einem ganzen Gebiet vereinigen, und dadurch nicht allein offene Gräben vielfach entbehrlich machen, sondern auch die Zahl der Ausflußöffnungen und damit der Punkte, welche eine beständige Aufsicht erfordern, vermindern. Offene Gräben bleiben nur da nothwendig, wo Massen von Tagewasser zusammenströmen, wo für oberhalb liegende Grundstücke Vorfluth zu schaffen oder zu erhalten ist, und wo die Anlage von Sammeldrains wegen zu großer Kosten für Röhren von außergewöhnlich bedeutendem Durchmesser, welche nöthig werden würden, nicht mehr wirthschaftlich sein würde. Man wird endlich sich auch zuweilen gezwungen sehen, um für oberhalb liegende Terrains die erforderliche Tiefe der Drains erreichen zu können, mit den Sammeldrains unter der Sohle von offenen Gräben manchmal nur querüber, manchmal sogar der Länge nach fortzugehen, weil diese nicht tief genug gemacht werden können, und das Terrain es nicht erlaubt, jene in einiger Entfernung daneben zu legen. Diese Maßregel ist aber auf die Fälle der äußersten Noth zu beschränken. Auf den Borten und in der Sohle der offenen Gräben wachsen immer perennirende, und darunter tief wurzelnde Pflanzen, und gewöhnlich findet eine oder die andere Wurzelfaser derselben einen Weg in den Röhrenstrang. Geschieht das, so ist eine Verstopfung da. Um solche zu vermeiden, ist es am besten, den Graben über dem Sammeldrain so flach zu dossiren, daß er mit durchgeackert werden kann. Auch muß man sogleich bei der Anlage die auf die Röhren geschüttete Erde recht fest stampfen lassen, damit das im Graben fließende Wasser nicht in Masse zu den Röhren gelangen, und dadurch Veranlassung zur Zerstörung der Drains oder zu Verstopfungen werden kann.

Die Kombination aller der verschiedenen Figuren, welche sich auf diese Weise bilden, zu einem zusammenpassenden Ganzen hat bei kleinen Flächen und bei ebener Lage des Terrains keine großen Schwierigkeiten, sie erfordert aber sehr große Gewandtheit und eine bedeutende Fertigkeit im Projektiren, oder viel Zeit und Kopfbrechen, wenn es sich um große und kupirte Ländereien handelt. Gerade in solchen Lagen wird die Hülfe des geübtesten Technikers vor vielen

Mißgriffen schützen, und sich stets durch Vermeiden unnöthiger Arbeiten und Ersparung von Anlagekapital wieder bezahlt machen. Man wird den Nutzen der Arbeitstheilung auch in dieser Beziehung schätzen lernen.

Verfasser hat wenigstens schon mehrmals die Freude gehabt, von Gutsbesitzern, welche selbst angefangen hatten zu arbeiten, zu Rathe gezogen zu werden, da sich ihnen faktisch die Erkenntniß aufgedrungen hatte, daß ihr praktisches Auge allein, wie Gropp (Deutsches Drainbuch p. 21) es doch glaubt, nicht genüge, eine größere und schwierigere Drainanlage zu entwerfen. Derselbe hat in diesem Jahre bei einem dieser Herren allein 600 Morgen Drainage abgesteckt. Ob aber alle Diejenigen, welche nach kurzem Aufenthalt an irgend einem Orte, an dem drainirt wird, oder wo sie irgend etwas über Drainiren gehört haben, vollständig ausgebildet zu sein glauben, als wirkliche Techniker anzusehen, und zu Hülfe zu rufen sind, das ist eine Frage, welche wahrscheinlich schon in der nächsten Zeit durch den Erfolg mancher Anlagen entschieden werden wird.

Von der Lokalität und von den Kosten hängt dann das Maß der Berücksichtigung der oben erwähnten Momente ab, denn es bleibt hier, wie überall und zu allen Zeiten, die Aufgabe die, mit den verhältnißmäßig geringsten Kräften und Ausgaben das Beste und Tüchtigste zu leisten. Alle Höhen- und Bodenverhältnisse müssen aber beim Abstecken auf dem Felde dem Geiste gegenwärtig und vollkommen klar, alle entgegenstehenden Schwierigkeiten, sie mögen in mangelnder Vorfluth oder in der Beschaffenheit des Untergrundes oder in anderen Sachen bestehen, schon vor der Ausführung der Arbeiten bekannt, und die Mittel zur Abhülfe, so weit sie bei dem Abstecken zu berücksichtigen und dabei anzuordnen sind, bei der Hand sein u. s. w.; denn nur auf dem Felde selbst, wo man die Lage eines jeden einzelnen Drains gegenüber den verschiedenen Nüancen des Bodens und des Gefälles zu übersehen vermag, kann und muß der genügende Plan aus der Lokalität gewissermaßen herauswachsen. In der Stube denselben speciell zu projektiren, ist nur in sehr seltenen Fällen und für sehr ebene Flächen möglich.

Die Linien der verschiedenen Saugdrains werden an beiden Enden durch eingeschlagene Pfähle bezeichnet, an welche gleiche und zwar die laufenden Nummern anzuschreiben sind. Endlich ist noch zu bemerken, daß da, wo auf den Wasserscheiden die obern Enden

verschiedener Saugdrains zusammentreffen, Tab. II. Fig. 6 c d und a b, diese in der halben Entfernung der Röhrenstränge von einander entfernt bleiben können. Ein gleiches gilt, wenn in verschiedenen Systemen die Saugdrains, wie in Tab. II. Fig. 8, 9, 10, neben oberhalb liegenden Sammeldrains anfangen.

Ueber diese verschiedenen Daten muß bei der Draußenarbeit Brouillon geführt werden, um darnach demnächst einen Plan, wenigstens eine specielle Handzeichnung, anfertigen zu können. Bei allen solchen Arbeiten ist es zweckmäßig, sich an eine bestimmte Bezeichnung der verschiedenen Sachen zu gewöhnen, und die Uebersicht recht leicht und deutlich zu machen. Die Manier dabei kann natürlich keine bestimmte sein, es mag sie ein Jeder sich nach seiner Weise und Bequemlichkeit angewöhnen. Der Verfasser kann daher die eigene auch nicht als maßgebend vorschreiben, sondern will sie nur, als von ihm selbst, als praktisch und zweckentsprechend erprobt, empfehlen.

Zunächst sind die Linien der Saugdrains durch rothe einfache, die der Sammeldrains mit doppelten Strichen zu bezeichnen, an welchen, ebenfalls roth, die Nummern oder Bezeichnungen eingeschrieben werden, welche die Pfähle draußen erhalten haben. An beiden Enden des Drains und an den Stellen, wo eine andere Tiefe derselben des Terrains wegen nöthig wird, wird die Tiefe und zwischen den Röhrensträngen die Entfernung derselben von einander mit schwarzen Zahlen aufgezeichnet, damit sich, wenn vor Ausführung der Arbeit vielleicht hin und wieder ein Pfahl verloren gehen sollte, der ausführende Aufseher ohne Schwierigkeit allein wieder zurecht finden kann. Die nöthigen offenen Gräben, sowie andere Sachen, werden mit blauen oder schwarzen Linien, sowie die Richtung, nach der das Wasser fließt, durch kleine Pfeile angedeutet.

Außerdem wird aber auch noch die Bezeichnung der verschiedenen Röhrenweiten im Plane erforderlich. Um sie bestimmen zu können, muß das Gefälle wenigstens der Sammeldrains, und in zweifelhaften Fällen auch das der Saugdrains nivellirt, und deren Länge gemessen sein, und zwar das letzte namentlich dann, wenn sie voraussichtlich länger werden müssen, als einzöllige Röhren gelegt werden dürfen. Bei langgezogener, langsam ansteigender, hängiger Lage des Ackers wird dieses öfters vorkommen, doch wird man hier schon durch das Abstecken mehrerer Horizontalen in weiter Entfernung

von einander in deren Höhendifferenz dies Gefälle kennen gelernt haben. Da aber Zahlen schon in genügender Menge im Plane vorhanden sind, so ist es besser, für die Weite der Röhren andere Zeichen einzuführen, welche eine Verwechselung unmöglich machen.

Verfasser läßt

gar keine Bezeichnung gelten für 1 und 1 ¼zöllige Röhren
 als Bezeichnung . . „ „ 1 ½zöllige Röhren
 . . . . „ „ 2 „ „
 . . . . „ „ 3 „ „
 . . . . „ „ 4 „ „
 . . . . „ „ 5 „ „
 . . . . „ „ 6 „ „ u. s. w.

und deutet den Punkt, an welchem die eingeschriebene Weite der Röhren anfangen soll, durch einen kleinen Haken ——> an. Die Bestimmung der Weite geschieht übrigens in der oben § 13 beschriebenen Weise.

Ein solcher Plan ist in Tab. III. gezeichnet. Die ganze Drainage wird pp. 1200 Morgen umfassen, wovon bereits die Hälfte fertig ist. Der hier gezeichnete Theil des fertig drainirten Ackers enthält pp. 330 Morgen. Eine nähere Erklärung desselben ist nach dem oben Gesagten aber wohl kaum nöthig, und nur wenige Bemerkungen mögen noch hinzugefügt werden.

Der Boden besteht größtentheils aus sandigem Lehm und nur in den Niederungen ist er leichter, hat aber hier vielfach und in ziemlicher Ausdehnung sehr eisenhaltigen und festen Untergrund. Dabei ist das Terrain sehr kupirt und die im Plane mit a a a bezeichneten leeren Stellen sind Erhöhungen, auf denen das Grundwasser bei nassem Wetter 3 bis 4 Fuß unter der Oberfläche sich hielt, welche deshalb auch als hinreichend trocken nicht drainirt sind. Das Gefälle ist überall sehr bedeutend und Vorfluth genügend vorhanden. Eine Ausnahme machen nur die eisenhaltigen Stellen, sie liegen flach und haben wenig Gefälle. Daher haben sie nicht so tief drainirt werden, die Röhrenstränge aber auch nicht weiter auseinandergelegt werden können. Der Acker war schon früher vielfach abgegraben ohne bedeutenden Erfolg. Die meisten dieser offenen Gräben sind

jetzt zugeworfen und nur wenige, wie b c und d e, haben offen bleiben müssen, da in ihnen das Fluthwasser fremder Felder abgeführt wird. Hätte der Graben b c gleichzeitig das Abzugswasser der auf beiden Seiten desselben liegenden niedrigen und flachen Grundstücke aufnehmen sollen, so würde er mindestens 12 Fuß breit und 5 Fuß tief gemacht worden sein müssen. Es ist daher vorgezogen worden, zur Entwässerung dieser letzteren unter dem bezeichneten Graben einen Sammeldrain anzulegen, und nur das Wasser des höher gelegenen Ackers darüber in den offenen Graben ausfließen zu lassen. So münden z. B. die Sammeldrains f g h m n in den offenen Graben i k l, und die Saugdrains auf beiden Seiten von b c in den darunter liegenden Sammeldrain. Die Aufseher haben mit einem solchen Plane sich immer ganz vortrefflich zurecht gefunden, sogar dann noch, wenn ein großer Theil der Pfähle draußen verloren gegangen war.

§ 17. Handwerkszeug.

Kann man den Engländern auch nicht nachrühmen, daß sie bei ihrer Drainage in wissenschaftlicher Beziehung schon das Möglichste geleistet haben, so muß man ihnen andrerseits doch darin Gerechtigkeit widerfahren lassen, daß sie bei der praktischen Ausführung das Zweckmäßigste erstreben und nach kurzer Zeit erreichen. Sie und die Nordamerikaner gehen von dem gewiß und allein richtigen Grundsatze aus, daß wenn ein geschickter Arbeiter mit schlechtem Handwerkszeug zwar gute Arbeit liefern könne, (Franklin nennt den einen schlechten Mechaniker, der mit einer Feile nicht sägen, und mit einer Säge nicht feilen kann) die Masse ebenso guter Arbeit bei Anwendung der nämlichen Kraft durch gute Instrumente doch wesentlich gefördert, oder mit andern Worten, bei gleichen Kosten der Kraft der Preis der gefertigten Arbeit viel billiger werde. Sie wenden deshalb ihren ganzen Scharfsinn an, um möglichst zweckentsprechende Instrumente zu erfinden. Man kann deshalb auch überzeugt sein, daß, wenn solche Sachen in England allgemein üblich geworden sind, sie gewiß viel für sich haben, und nicht ohne Nachtheil br. m. bei Seite geworfen werden dürfen. Dieses gilt namentlich auch von dem Handwerkszeug zum Drainiren. Wenn dasselbe bei uns nicht angewendet wird, weil unsere Arbeiter es vorziehen, mit den Spaten und Schippen zu arbeiten, an die sie bisher gewöhnt

waren, so geschieht das auf Kosten der Herren Arbeitgeber, die es dulden, und die in ihrem Eifer für das Drainiren nicht bedenken, daß drei und mehr Pfennige pro Ruthe auf mehreren 100 Morgen zu Hunderten von Thalern werden, welche eigentlich Niemandem zu Gute kommen. Unsere Arbeiter sind mehr, als konservativ, sie huldigen dem Schlendrian, und können sich von dem, woran sie gewöhnt sind, nicht trennen. Sie sind aber andrerseits auch auf ihren Vortheil bedacht, und gehen auf neue Sachen ein, aber nur dann, wenn sie erst die Ueberzeugung der Nützlichkeit selbst gewonnen haben. Die Aufgabe ist daher nur, ihnen diese Ueberzeugung beizubringen; da aber hapert es. Dazu kommt noch das besondere Unglück, daß das Handwerkszeug, welches nach den Abbildungen in verschiedenen Drainbüchern gemacht worden, wenigstens soweit Verfasser dergleichen zu sehen, Gelegenheit gehabt hat, vollständig unbrauchbar gewesen ist, manches zu stark und so kolossal, daß die Arbeit damit die unmäßigste Kraftanstrengung erforderte, — anderes zu schwach, so daß es sehr bald zerbrach. War dies eine der Ursachen, welche die allgemeine Einführung desselben verhinderte, so war die Hauptsache doch das, daß der feste Wille und die Ausdauer fehlten, die Arbeiter an dieses neue Handwerkszeug zu gewöhnen, sonst würde jenen Mängeln wohl bald abgeholfen, und das alte an die Seite geworfen sein.

In dem Nachfolgenden sollen daher die verschiedenen Instrumente beschrieben und deren Maaße angegeben werden, welche durchaus nöthig sind, die Arbeit tüchtig und möglichst billig zu machen.

a. Spaten.

1) Ein gewöhnlicher Gräberspaten, oben 9½, unten 8½ Zoll breit, 10 Zoll lang, pp. 3½ Pfd. schwer, Tab. IV. Fig. 1.

2) Ein dergl., oben 8½, unten 6½ Zoll breit, 12 Zoll lang, pp. 3½ Pfd. schwer, Fig. 2.

3) Ein dergl., oben 6½ Zoll, unten 4½ Zoll breit, 14 Zoll lang, zum untersten Stiche der kleineren Sammeldrains, pp. 5 bis 5½ Pfd. schwer, Fig. 3.

4) Ein dergl., zum untersten Stich für die Saugdrains, oben 4 Zoll, unten 2 Zoll breit, 16 Zoll lang, pp. 5 bis 5½ Pfd. schwer, Fig. 4.

Die beiden zuletzt beschriebenen Spaten müssen, da nicht Bort gestochen und die Dossirung des Grabens bei dem Ausheben der Erde gleich mit gebildet wird, und da sie sich in den schmalen Gräben sehr klemmen und deshalb zuweilen in sehr festem und steinigem Boden wie Brechstangen wirken müssen, nicht allein mit einer oder zwei Schienen am Spatenstiel weit hinaufreichen, sondern auch besonders stark sein. Diese Stärke wird ihnen am besten durch eine von unten im Blatt hinaufgehende starke Rippe gegeben, weil dadurch das Gewicht des Spatens, unbeschadet der Steifigkeit desselben, am wenigsten vermehrt wird. Je fester oder je steiniger der Boden ist, desto stärker müssen die Spaten sein, sonst biegen sie sich und zerbrechen bald. Das Blatt derselben ist auf der obern Seite beinahe glatt und gerade, und nur sehr wenig gewölbt, weil es bei uns sehr oft Boden giebt, welcher an dem Spaten anklebt, und davon nur durch Abstreichen entfernt werden kann. Dieses geht aber leichter von einer glatten und fast ebenen Fläche als von einer sehr gewölbten, hohlen. Ueberdies müssen die Spaten gut verstahlt sein. Die ganze Länge derselben incl. Stiel beträgt 4 Fuß bis 4 Fuß und einige Zoll.

b. Kellen.

Ebenso nothwendig sind die Kellen zum Herausnehmen der von den Spaten abgekrümelten losen Erde des letzten Stiches und zum Abgleichen der Grabensohle. Dieselben müssen in ihren Dimensionen den dazu gehörigen Spaten entsprechen, d. h. um eine Kleinigkeit schmäler sein.

1) Eine größere Kelle für die Sammeldrains bis zu 3zölligen Röhren, 14 Zoll lang, 4 Zoll breit, Tab. IV. Fig. 5.

2) Eine kleinere dergl. für die Saugdrains, 14 Zoll lang, aber nur 1 1/2 Zoll breit, Fig. 6.

Das Eisen dieser Kellen darf nicht halbkreisförmig, sondern nur ein Kreissegment sein, weil die darin ausgehobene Erde von diesen sich leichter abschütteln läßt. Sie müssen beinahe unter 45 Grad gebogen und mit einem der Grabentiefe entsprechend langen Stiel versehen sein, so daß der auf der Grabenborte stehende Arbeiter bequem damit arbeiten kann. Bei einiger Uebung läßt sich die Grabensohle mit diesem Instrument ganz vortrefflich abgleichen.

Dieselbe erhält dadurch auch eine hohle und als Lager für runde Röhren die passendste Form.

Die Tüllen, in welche die Stiele hineingesteckt werden, dürfen nicht zu kurz gemacht werden, sonst geht das Eisen alle Augenblicke los.

Bei gehöriger Arbeit genügen die Kellen zum Reinigen und Abgleichen der Sohle ganz allein vollständig, und machen die Anwendung anderer Sachen (werden doch von manchen Seiten her sogar Besen empfohlen!) vollständig entbehrlich.

c. Schippen.

An manchen Orten werden anstatt der Kellen zu demselben Zwecke Schippen angewendet, deren Eisen denen der Kellen ganz ähnlich konstruirt sein soll. Beim Gebrauch dieser Instrumente muß der Arbeiter unten im Graben stehen. Das veranlaßt in der Regel aber nur leicht zu vermeidende, daher unnöthige Arbeit, weil, besonders in weichem Boden, die Sohle des Grabens durch die Tritte des vorwärts Arbeitenden immer wieder beschädigt und uneben gemacht wird. Ueberdies kann sich der Gräber in den so schmal als möglich aufgenommenen Gräben der Saug- und kleineren Sammeldrains gar nicht einmal rühren. Die Empfehlung der Schippen setzt darum einen zu breit und deshalb verschwenderisch ausgeworfenen Graben voraus. Nur in den größeren Sammeldrains, welche schon an und für sich breit genug und in festem Boden gefertigt werden, ist eine solche Hohlschippe mit Vortheil zu benutzen, weil man an dem kurzen Stiele derselben eine größere Kraft ausüben kann, als bei den Kellen. Das Eisen derselben ist 12 Zoll lang, 5 bis 6 Zoll breit und gleichfalls nicht ganz halbkreisförmig gebogen, Tab. IV. Fig. 7. Der Stiel der Schippen ist nach einer entgegengesetzten Seite gerichtet, wie bei den Kellen. Die Biegung und die Länge desselben ist nach der Größe der Arbeiter verschieden.

Flache Schippen zum Nachschippen der bei den oberen Stichen mit dem Spaten losgestochenen, zurückgefallenen und nicht ausgeworfenen Erde werden von den Engländern gar nicht gebraucht. Der Arbeiter, welcher den zweiten Stich aushebt, tritt die im Graben liegende wenige lose Erde des ersten Stiches während der Arbeit beim Zurücktreten schon von selbst fest, ehe er selbst mit dem Graben herankommt. Soll aber die Arbeit auf diese Weise gleichmäßig und gut ausfallen, so gehört neben der Anwendung zweck-

mäßiger Spaten, auf denen die losgestochene Erde gut liegen bleibt, dazu, daß ein und derselbe Gräber von unten herauf auch den ganzen Stich gleichmäßig auswirft. Ist dies nicht der Fall, so muß nachgeschippt werden. Dasselbe gilt auch vom zweiten, dritten Stich u. s. w. Sind daher die Arbeiter einigermaßen geschickt, und verfahren sie bei der Arbeit etwas aufmerksam, so wird auch bei uns die Anwendung flacher Schippen zum Nachschippen der oberen Stiche nicht nöthig. Jedenfalls aber ist es gut, den Graben aus- und nachzuschippen, bevor der letzte Stich mit dem Spaten ausgehoben wird, weil sich erst dann die Stellen recht gut erkennen und nacharbeiten oder ausgleichen lassen, wo zu tief gegraben worden, oder wo eine Höhe stehen geblieben ist. Der letzte Stich wird dann gleichmäßiger, und das Abgleichen der Sohle bedeutend leichter werden.

Die besten Schippen dazu sind flache mit Eisen beschlagene Brett- oder ganz eiserne Schippen. Sie werden 12 bis 14 Zoll lang und etwas schmaler, als die entsprechenden Spaten.

d. Legehaken.

Sind die Gräben mit den vorher beschriebenen Spaten ausgehoben, und mit den Kellen abgeglichen und nachgeputzt, so kann und darf Niemand mehr in den Graben hinabsteigen, noch weniger in demselben etwas thun. Das Legen der Röhren muß deshalb, wie das Reinigen, von obenher geschehen. Dazu dient der Legehaken, Tab. IV. Fig. 8. Derselbe ist von Eisen. Unter der Tülle, in welche der der Grabentiefe entsprechend lange Stiel hineingesteckt und festgemacht ist, befindet sich an einem kurzen, senkrechten eisernen, ½ Zoll im □ oder im Durchmesser starken Stiele ein runder, 10 Zoll langer, ½ Zoll starker, fast rechtwinklig gebogener Haken, welcher in die auf der Grabenborte liegenden Röhren hineingesteckt wird, und mit welchem die daran hängenden in den Graben hinabgelassen und regiert werden. Dieser Haken muß kürzer sein, als die Röhren lang sind, damit er nicht beim festen Herandrücken der zweiten an die schon liegende erste Röhre in diese hinreinreicht, und damit diese bei dem Hin- und Herbiegen des Hakens, um die darauf gestreifte in die rechte Lage zu bringen und fest an die Sohle anzudrücken, nicht wieder aus ihrer Lage losgerissen und verrückt wird.

An dem gerade aufstehenden senkrechten Schenkel des Hakens ist nach unten hin eine Verlängerung des ersteren angebracht, um

damit, nachdem der Haken aus der zu legenden Röhre herausgezogen, auf einen bestimmten gerade passenden Punkt derselben aufstoßen zu können, wenn sie sich durch bloßes Drücken nicht in die rechte Lage bringen lassen will. Diese Verlängerung darf aber nicht länger sein, als die Wand der schwächsten Röhre stark ist, da sie sonst bei dem Herausziehen des Hakens aus der Röhre sehr leicht in die Grabensohle eingreift, und sobald dieses geschieht, die Röhre wieder los- und in die Höhe gerissen wird, indem, wenn bei diesem Herausziehen der Hakenstiel oben gleichmäßig schnell fortbewegt wird, man ihn unwillkührlich überbiegt, sobald man unvorbereitet auf einen Widerstand unten im Graben stößt. Die schon gelegte Röhre muß dann zum zweiten Male gelegt werden. Diese Verlängerung darf aber auch nicht breiter sein, als der Haken stark ist, sonst findet dieses Eingreifen zwar nicht im Boden, aber an den Seiten Statt.

Die in den verschiedenen Drainbüchern abgebildeten Haken sollen zum gleichzeitigen Legen von Röhren und Muffeln dienen, sie taugen aber nichts; einestheils, weil Muffeln an und für sich schon schlecht (der Beweis hierfür wird § 26 geliefert) und deshalb mehr, als entbehrlich sind, anderntheils, weil er zum Legen der bloßen Röhren ohne Muffeln gar nicht zu gebrauchen ist.

Es muß hier endlich noch des Gropp'schen Hakens gedacht werden. Herr Gropp hat in letzterer Zeit selbst manches drainirt, und viel über Drainage geschrieben, und dadurch eine gewisse Autorität erlangt. Es wird daher um so mehr Pflicht, das in Isterbies angewendete und von da mannigfach verbreitete Verfahren genau zu prüfen, und gegen das, was dort nicht gut gemacht wird, aufzutreten. Dahin gehört auch die Manipulation bei dem Legen der Röhren. Zunächst soll hier jedoch nur eine Beschreibung des Gropp'schen Legehakens und später in § 19 des Verfahrens bei der Benutzung desselben folgen, an welche sich dann die Gründe anschließen werden, welche dagegen sprechen. Der Haken selbst ist in neuerer Zeit etwas länger gemacht und vervollständigt, Tab. IV. Fig. 9. Die Beschreibung ist von Gropp selbst (Deutsches Drainbuch p. 7.).

Die eiserne Stange 6—8 Fuß lang, $1/2$—$3/4$ Zoll im Durchschnitt, mit einem 5—6 Fuß langen hölzernen Stiel a. Am hinteren Ende der Stange befindet sich das Oehr b, durch welches ein 8 Fuß langes Seil gezogen und daran fest gebunden ist, welches

letztere zum Herausziehen der Stange aus den gelegten und verschütteten Röhren dient! Dazu gehört noch ein kleiner Haken, Fig. 10, an einem 6 Fuß langen Stiel, vermittelst dessen die mit Röhren bezogene Stange am äußern Ende in den Draingraben bis auf die Sohle versenkt werden kann.

e. Visirstangen

zum Einrichten der Grabenlinien.

f. Schnüre

zum Abstecken der Grabenborten.

g. Tafeln

zum Abtafeln der Grabensohle bei zweifelhaftem und sehr geringem Gefälle, wie es die Sammeldrains manchmal nur erhalten können, oder wenn sich während der Arbeit in den Gräben kein Wasser findet. Sie bestehen aus einer 8 Zoll breiten, 4 Zoll hohen hölzernen, viereckigen Tafel. An zweien derselben ist die obere Hälfte schwarz oder roth, die untere weiß, bei den anderen beiden die obere weiß und die untere roth oder schwarz gestrichen. 3 oder 4 solcher Tafeln werden stets gebraucht. Sie sind auf einer 4 Fuß hohen Latte winkelrecht befestigt. Alle Tafeln incl. Latte müssen ganz genau gleich hoch sein. Ueber die obere Kante derselben wird fort visirt. Tab. IV. Fig. 18 ist ein Paar solcher Tafeln abgebildet.

h. Maaßstäbe

zum Messen der Graben-Breiten, Tiefen und Längen.

Dies sind die Instrumente, welche auf keinem Platze, wo in einigem Umfange drainirt wird, fehlen sollten.

Außerdem werden bei außergewöhnlichen Fällen noch nothwendig:

i. eine größere Kelle, Tab. IV. Fig. 11,

14 Zoll lang, mindestens 6 Zoll breit, zum Herausnehmen des Bodens, wenn die Grabenwände eingestürzt sind. Gewöhnlich stürzen diese nur ein, wenn in den unteren Schichten sich Triebsand oder dergl. findet, welcher mit dem Wasser zusammen heraustreibt, und wenn dadurch die Wände unten hohl werden, oder wenn heftige

Regengüsse eintreten, während die Gräben offen, und die Röhren noch nicht gelegt sind, oder wenn die Grabenwände gefrieren. Immer staut sich dann das Wasser hinter dieser eingefallenen Erde auf, durchdringt und erweicht dieselbe und macht sie dem Triebsand oder Schlick insofern ähnlich, als sie bei dem Treten und Graben darin breiartig wird, und sich in diesem Zustande schwer herauswerfen läßt. Soll dieses mit Schippen und Spaten gemacht werden, so ist es eine höchst unangenehme Arbeit. Da ist diese Kelle, mit der, wie mit den andern, von oben her gearbeitet, und mit der die Masse herausgeschafft wird, ohne darauf herumzutreten, angebracht, und die Arbeit geht damit sehr gut und sehr schnell von Statten.

Da aber die Last der darauf Platz findenden mit einem Male heraus zu fördernden Erde gar nicht unbedeutend ist, so muß das Kelleneisen in der Mitte mit ein Paar eisernen Bändern aa, mit dem Stiele verbunden sein, damit es, um haltbar zu bleiben, im Eisen nicht unnöthig stark und dadurch schwer gemacht zu werden braucht.

k. Die Spitz- und Breithacke.

Tafel IV. Fig. 12. Zum Aufhauen eines sehr harten oder steinigen Bodens, in den man mit dem Spaten allein nicht hineinstoßen kann, z. B. Eisenboden, mit Lehm verkitteter Kies u. dergl. m.

l. Die Radehacke.

Zum Aushauen alter, noch nicht verfaulter Wurzeln.

m. Brechstangen und Hebebäume.

Zum Losbrechen und Heraus- oder an die Seiteschaffen von großen, mit der Hand nicht zu regierenden Steinen.

n. Erdbohrer.

Zur Voruntersuchung. Dazu kann jeder gewöhnliche Löffelbohrer gebraucht werden. Er muß wenigstens 9 Fuß lang sein. 1 Fuß ist eine passende Länge und 2 Zoll eine zweckmäßige Weite des Löffels, welcher am besten so konstruirt ist, wie Tab. 14. Fig. 13. angiebt.

o. Der Presser.

An einer Stange ist unten ein rundes Querholz von 15—18 Zoll Länge und von der Stärke der Röhren befestigt, und durch

2 Schrägbänder von den Enden bis zum Stiel noch besonders gehalten. Damit wird das Lager der Röhren kurz vor dem Hinlegen derselben in gesiebten Kies eingedrückt, welcher in den Graben geschüttet werden kann, wenn sich weicher Triebsand im Grunde findet, der von den Seiten und aus der Sohle stark zutreibt, das Versinken der Röhren befürchten läßt, von unten her in die Röhren eindringt, und mit der Kelle nicht zu bewältigen ist. Er ist Tab. IV. Fig. 14 gezeichnet.

§ 18. Anfertigung der Gräben.

Bei der Anlage von Draingräben kommt es, da dieselben nur kurze Zeit offen stehen bleiben, und bald wieder zugeworfen werden, der Ersparung von Anlagekapital wegen vorzugsweise darauf an, nur gerade so viel Boden auszuheben, als durchaus nothwendig ist, um bis zu der als zweckmäßig erkannten Tiefe in den Erdboden eindringen zu können. Dieselben werden deshalb so schmal aufgenommen, als möglich, d. h. nur so breit, daß sich die Arbeiter eben darin rühren können. Bei 4 Fuß Tiefe sind dazu 16 Zoll vollkommen hinreichend, und nur bei größerer Tiefe, wenn die Leute bis zu den Schultern, oder gar bis über den Kopf sich hineinarbeiten müssen, wird eine etwas größere obere Breite erforderlich. Bei 6 Fuß Tiefe genügen 24 Zoll und bei 8 Fuß Tiefe höchstens 30 Zoll obere Breite, selbst für die größten Sammeldrains. Wenn die Gräben in Akkord gemacht werden, lernen die Arbeiter dieses sehr bald erkennen, und gehen dann schon von selbst oft unglaublich schmal in die Erde hinein.

Die untere Breite braucht nur so groß zu sein, als der äußere Durchmesser der zu legenden Röhren. Dieselbe größer zu machen, ist nicht allein unnütze Kraft- und Kostenverschwendung, sondern auch in so fern weniger sicher, als sich die Röhren beim Zuwerfen der Gräben auf der breiteren Sohle leichter verschieben. Durch solches Verschieben nach der Seite hin sind schon vielfach Verstopfungen vorgekommen. In den unten ganz schmalen und passenden Gräben kann ein solcher Fall kaum eintreten.

Ferner sollte mit dem Aufgraben der Draingräben niemals eher begonnen werden, als bis die Röhren vorräthig und zur Stelle gebracht sind. Sind die Gräben früher fertig, verzögert sich aber das Herbeischaffen der Röhren, und fällt in der Zwischenzeit Regen ein, so fallen die Grabenborten oft sehr zusammen, das Wasser staut sich

darin, und es erwachsen dadurch Arbeiten, welche sehr beschwerlich sind, die Anlagen außerordentlich vertheuern, und eigentlich doch leicht vermieden werden konnten. Hierzu kommt dann noch der Uebelstand, daß sich an solchen wieder aufgeräumten Stellen die Röhren schlecht legen lassen, und sich leicht verschieben. Die Röhren sollten daher sogleich beim Beginne der Arbeiten angefahren, und längs den Drainlinien in kleinen Haufen abgeladen werden. Ein eben solches Einstürzen der Grabenwände findet Statt, wenn sie in treibendem Boden und bei Frostwetter lange offen stehen.

Deshalb darf auch mit dem Aufgraben nie so zeitig im Jahr begonnen oder so spät hinaus gearbeitet werden, daß häufige Nachtfröste dazwischen kommen können. Die beste Zeit zu den Drainarbeiten ist überhaupt in schwerem Lehm- und Thonboden das Frühjahr und der Herbst, so lange der Boden noch weich, und Wasser darin ist, in kaltem Sande oder da, wo im Untergrunde Triebsand und in diesem beständig Wasser sich findet, im Sommer, wenn der Boden am trockensten ist.

Mit den Grabenarbeiten selbst muß unter allen Umständen am untersten Ende, also am niedrigsten Punkte angefangen werden, damit das etwa im Grunde sich sammelnde Wasser abfließen, und bei der Arbeit keine Schwierigkeiten veranlassen kann.

Nachdem die eine Seite des Grabens mit den Visirstangen zuerst gehörig abgefluchtet ist (man muß sich gewöhnen, die mit den Pfählen bezeichnete Linie immer als rechte, oder stets als linke Grabenbort anzusehen), und am besten beide Seiten in der Entfernung der erforderlichen Grabenbreite zugleich geschnürt sind, wird mit dem Spaten die Bort bezeichnet. Auf weichem Boden genügt ein bloßer Strich, der damit längs der Schnur gezogen wird. Auf lockerem, krümelndem Boden geschieht die Bezeichnung am leichtesten, schnellsten und besten, wenn etwas lose Erde von der Bort nicht abgestochen, sondern nur mit dem Spaten nach der Mitte zu fortgescharrt wird. Taf. IV. Fig. 15. Hat der Boden aber irgend eine zusammenhängende Narbe, oder ist er sehr bindig, so muß, wie bei gewöhnlichen Gräben, tief Bort gestochen, dabei der Spaten aber möglichst senkrecht gehalten werden, weil sonst der Graben schon im zweiten Stich zu schmal geräth.

Demnächst wird das Schnur an die Seite geschafft. Während aber noch von den andern die Bort bezeichnet wird, ist einer der Ar-

beiter schon zum Graben angetreten, und hat angefangen, den ersten Stich auszuwerfen. Je nach der Breite des Grabens nimmt derselbe zwei oder drei Stiche neben einander heraus, wobei darauf zu achten, daß die Kante des Spatens bei dem einen Stich genau an der einen Grabenborte, bei dem andern an der gegenüberliegenden angesetzt wird, und zwar muß der Spaten nicht winkelrecht oder gar in einem stumpfen Winkel gegen die Grabenbort, sondern unter einem spitzen Winkel damit eingesetzt werden, etwa in der Richtung cd und ef, wenn bei a mit dem Graben angefangen ist, und nach b hin gegraben wird, Tab. IV. Fig. 31, damit sich die Bort immer recht scharf heraushebt. Geschieht dieses nicht, so weicht der nach unten hin verjüngte Spaten immer zu sehr von der Grabenbort zurück, und der Graben wird, je weiter nach unten, desto mehr zu schmal. Die Grabenwände müssen dann, um unten zum Arbeiten wieder den nöthigen Platz zu gewinnen, von oben nach und herunter gestochen und die dabei nicht auswerfbare hinabgefallene Erde noch besonders wieder ausgeschippt werden, eine Arbeit, die erspart werden kann.

Ist der erste Gräber mit seiner Arbeit eine Strecke vorgerückt so tritt ein zweiter ein. Hat der erste sorgfältig gearbeitet, so ist wenig lose Erde im Graben geblieben. Sie braucht dann nicht ausgeschippt zu werden, und der zweite Arbeiter gräbt sogleich, ganz in der nämlichen Weise, den zweiten Stich aus, wie sein Vorgänger den ersten. Bei dem Rückwärtstreten tritt er in dem schmalen Graben die liegen gebliebene lose Erde immer von selbst wieder fest. In derselben Weise wird der dritte u. s. w. Stich herausgenommen, bis zum vorletzten, immer je nach der Breite des Grabens 2—3, nach unten zu 2 Stiche breit. Wird aber beim Graben sehr gekrümelt, bleibt also bei einem jeden Stich sehr viel lose Erde zurück, so muß diese immer noch besonders ausgeschippt werden.

Der vorletzte Stich wird stets nur 1 Stich breit und zwar bei den Saug- und kleineren Sammeldrains mit dem Spaten Nr. 2 ausgehoben. Die Anwendung des Spatens Nr. 3 ist hierzu selbst für die Saugdrains darum nicht gut, weil dann der Graben, in dem nachgeschippt, und aus dem noch der unterste Stich herausgenommen werden soll, unten für die Arbeiter, welche dies thun sollen, zu schmal wird. Dieser vorletzte Stich wird nachgeschippt, und dabei die Sohle möglichst abgeglichen. Endlich wird für die Saugdrains mit dem Spaten Nr. 4, für die Sammeldrains je nach dem Durch-

messer der erforderlichen Röhren mit dem Spaten Nr. 3 oder Nr. 2 der unterste Stich herausgenommen. Geht die Arbeit mit Nr. 3 und 4 auch scheinbar langsam, da selten über 3—4 Zoll starke Stiche herausgehoben werden können, so geht sie doch viel schneller von Statten, als mit gewöhnlichem Handwerkszeug, weil mit diesem zu 14—16 Zoll Tiefe, welche mit jenem in Einem Stiche herausgenommen werden, 1 ½—2 Stiche, vielleicht auch noch einmal Nachschippen erforderlich wird. Werden zu den Sammeldrains größere, als dreizöllige Röhren verwendet, so müssen auch breitere Spaten angewendet werden. Das Profil des fertigen Grabens zu Saugdrains ist auf Tab. IV. Fig. 16, das eines Hauptdrains in Fig. 17 dargestellt. In der Wirklichkeit fallen die scharfen Ecken bei a a noch weg.

Bei dem Ausheben des untersten Stiches ist darauf besonders zu achten, daß der Spaten gleichmäßig und jedesmal ganz in die Erde hineingetrieben wird. Wird das unterlassen, so wird der Graben beim Weitergraben immer schmaler und flacher, und es ist schwer, wieder bis zur vollen Tiefe hineinzukommen, weil die stehenden engeren Grabenwände den verjüngten Spaten vollständig einklemmen, sobald derselbe von neuem ganz hineingestoßen werden muß. Man gräbt sich unwillkürlich heraus, die Grabensohle wird unregelmäßig und unangenehme Nacharbeit mit der Kelle nöthig.

Ist der unterste Stich ausgegraben, so wird die Sohle mit der Kelle, bei großen Sammeldrains mit der Hohlschippe, abgeglichen und die lose Erde herausgeschafft. Geübte Arbeiter liefern damit Arbeit, als wäre sie gehobelt. Sie hacken die stehen gebliebenen kleinen Erhöhungen fort, streuen etwas trockne lose Erde in die Vertiefungen und drücken dieselbe mit der Kelle so hin, daß sie gerade passend liegt. Bedeutende Vertiefungen in der Grabensohle sind aber höchst unangenehm und möglichst zu vermeiden. Die hineingestreute lose Erde giebt, namentlich sobald sie lehmig und von dem im Graben fließenden Wasser erweicht ist, der Röhre nur ein unsicheres Lager. Solche Stellen erfordern daher später beim Legen eine besondere Sorgfalt, sonst werden durch die Last der hinaufgefüllten Grabenerde die Röhren leicht verschoben, es entstehen Wassersäcke, und diese Verschiebungen werden leicht Ursache der Verstopfung.

Findet sich während der Arbeit fließendes Wasser in den Gräben, namentlich der Saugdrains, so erkennt man am Stande und

an der Bewegung desselben auf die allerleichteste und sicherste Weise, ob sie ein genügendes Gefälle haben. Das Wasser muß darin überall gleichmäßig fort rollen und darf nirgends lange und glatte Spiegel bilden. Ist man indeß gezwungen, ohne Wasser zu arbeiten, so kann man zur Revision die Sohle abtafeln. Man stellt zu dem Ende in gehöriger Entfernung zwei der oben beschriebenen Tafeln Tab. IV. Fig. 18 auf und visirt über deren Oberkante nach der Oberkante einer dritten Tafel, welche an den zweifelhaften Stellen dazwischen oder dahinter auf der Grabensohle ebenfalls aufgestellt wird. Liegen dann alle 3 Oberkanten in einer Linie, so ist die Sache richtig, steht aber die der dritten Tafel über der Visirlinie der beiden andern in die Höhe, so ist die Grabensohle an der Stelle zu hoch; liegt sie niedriger, so ist eine Vertiefung da. Den Fehlern muß abgeholfen werden, und zwar wieder um so viel, bis die 3 Oberkanten mit einander passen. Bei zweifelhaftem oder bei dem geringen Gefälle mancher Sammeldrains müssen die ersten beiden Tafeln zuerst mittels eines Nivellirinstrumentes nach dem erforderlichen Gefälle eingerichtet werden.

Die Gräben können sehr gut in Akkord gemacht werden.

§ 19. Das Legen der Röhren.

Das Legen der Röhren ist beim Drainiren unstreitig diejenige Arbeit, welche die größte Sorgfalt und Zuverlässigkeit des damit betrauten Arbeiters erfordert. Die meisten Verstopfungen der Drains haben ihre Ursachen in der Unaufmerksamkeit und Nachlässigkeit beim Legen. Daher darf man dieses Geschäft nie in Akkord machen lassen, sondern nur in Tagelohn, darf nur tüchtige Leute dabei anstellen, und besonders zuerst gar nicht darauf sehen, daß dieselben sehr viele Röhren in die Erde packen, sondern nur darauf, daß sie das, was sie machen, tüchtig und gut machen. Das Legen der Röhren erfordert Uebung, und findet sich diese, so wird es auch schnell gehen. Man gebe ferner die Controlle niemals aus den Händen, und lasse keine Erde auf die Röhren schütten, bevor man sich selbst von der richtigen Lage derselben überzeugt hat. Sind einmal die Gräben zugeworfen, so ist nichts mehr zu sehen und kein Mensch kann wissen, woran ein Fehler liegt. Eine Verstopfung ist zwar, wenn Wasser im Drain läuft, nicht schwer zu finden, aber es macht viel Mühe und Arbeit, sie wieder zu repariren, und

darf, kann auch nicht gut eher geschehen, als bis das Wasser wieder aus dem Boden verschwunden, bis also der dadurch veranlaßte Schaden in der darauf stehenden Frucht so groß geworden ist, als er überhaupt nur werden kann. Das mag von Jedem, der drainiren läßt, beherzigt, und deshalb dem Legen der Röhren die größte Aufmerksamkeit geschenkt werden.

Mußte mit dem Graben von unten angefangen werden, so ist es bei dem Legen gerade umgekehrt. Es wird damit am obersten Ende begonnen. Nur wenn in größeren Systemen die Sammeldrains lange offen bleiben müssen, oder die Grabenwände nicht sicher sind, und einzustürzen drohen, werden in denselben die Röhren von unten herauf, aber dann auch nur interimistisch gelegt, auch nicht mit Erde beworfen, damit sie leicht wieder herausgenommen werden können, wenn man mit dem definitiven Legen später von oben wieder herunterkommt. Sie sollen nur verhüten, daß, wenn die Gräben zusammenfallen, die hinabgefallene Erde das abfließende Wasser staut, welches nun durch die Röhren darunter wegläuft. Die hineingefallene Erde kann dann liegen bleiben, sie verhindert, indem sie einen Gegendruck gegen das stehengebliebene Ufer ausübt, das weitere Nachfallen mehr, als wenn sie sogleich wieder herausgeschafft wird, um dem Stauwasser dahinter Abfluß zu verschaffen. Ueberdies bleibt sie über den Röhren möglichst trocken, und läßt sich deshalb später auch wieder besser auswerfen.

Röhren, welche von unten herauf gelegt werden, verstopfen sich in der Regel schon während der Arbeit, sobald Wasser in den Gräben fließt, in welchem aufgerührter Boden schwimmt.

Ehe mit dem Legen begonnen wird, werden die Röhren aus den kleinen Haufen, in denen sie vorher in der Nähe der Drainlinien abgeladen worden, herangetragen, und Fuß vor Fuß eine Röhre auf der Grabenbort hingelegt.

Die erste Röhre, welche am Anfange des Grabens eingelegt wird, muß am obern Ende verschlossen sein. Dazu wird ein runder Feld- oder ein Stückchen Dachstein davorgelegt, oder in deren Oeffnung ein Pfropfen von Stroh, oder ein Stück Rasen oder dergleichen hineingesteckt. Ist diese erste Röhre gelegt, so wird der Legehaken in eine zweite auf der Grabenbort liegende Röhre hineingesteckt, diese damit so in die Höhe gehoben, daß die etwa dabei hineingekommene lose Erde herausfallen kann, etwas geschüttelt, damit die-

ses Herausfallen noch befördert wird, in den Graben hinabgelassen, und scharf an die bereits liegende angedrückt. Paßt sie so, daß die Stoßfuge überall gleich breit, oder vielmehr gleich enge ist, daß die etwaige Krümmung der Röhre nach der Seite trifft, die Richtung derselben aber mit der Grabenlinie korrespondirt, auch die Höhe der neugelegten mit der frühern übereinstimmt, so wird dieselbe noch durch Hin- und Herbiegen des Hakens etwas angedrückt, damit sie fest liegt, der Haken dann herausgezogen, eine neue Röhre gelangt und hinabgelassen, und in eben der Art gelegt. Paßt dieselbe aber nicht gleich in der eben beschriebenen Weise, z. B. Tab. IV. Fig. 19 a und b, so wird sie durch einen gelinden Ruck oder durch Schleifen an der Grabenwand auf dem Haken in eine andere Lage gebracht, und dasselbe weiter und so lange wiederholt, bis sie paßt, wie b und d. Liegt sie im Ganzen oder auf einem Ende dann noch etwas zu hoch, so wird mit der unten vorstehenden Verlängerung des senkrechten Schenkels des Hakens darauf gestoßen, und dieselbe dadurch tiefer in den Boden hineingetrieben, wenn sich dieses durch Drücken nicht machen lassen will. Liegt sie etwas zu weit nach einer Seite, so wird von der Grabenbort etwas lose Erde mit dem Haken hinabgescharrt und zwischen Röhre und Grabenwand eingedrückt. Zieht sie sich bei dieser Manipulation zu weit von der vorigen Röhre zurück, so daß die Stoßfuge zu groß wird, so wird der Haken noch einmal hineingesteckt und durch Klopfen damit die abgewichene Röhre an die bereits fest liegende wieder dicht herangebracht. Will aber eine Röhre sich auf keine Weise an die vorige gut anschließen, so wird eine solche ganz herausgenommen, und eine andere bessere an deren Stelle gelegt. Werden die Röhren auf diese Weise in Gräben, in denen durchaus trübes, vom Räumen beinahe dickes Wasser fließt, selbst in das trübe Wasser hineingelegt, so läuft dasselbe nach sehr kurzer Zeit hell und klar aus der gelegten Röhre heraus, der sicherste Beweis, daß durch die engen Stoßfugen kein fremder Körper in den Drain mit hineinkommt.

Die Röhren sind selten ganz gerade, vielmehr meistentheils mehr oder weniger krumm getrocknet oder gebrannt. Wird beim Legen deren Krümmung nach oben oder unten gelegt, so bildet die Sohle fortlaufende Erhöhungen und Vertiefungen. In den letztern legt sich Sand oder Schlamm nieder, und wenn die Röhren da-

durch auch gerade noch nicht verstopft werden, so wird doch deren Profil so verengt, daß sie nicht mehr die verlangte Quantität von Wasser abzuführen vermögen. Darum muß die Krümmung der Röhren immer nach der Seite gelegt werden, Tab. IV. Fig. 19 d e f. Der Wasserfluß wird dadurch wohl etwas aufgehalten, daß er von einer Seite zur andern abstößt, allein die Röhren bleiben doch offen, und der Nachtheil ist hierbei bedeutend geringer. Hat man Bogen zu legen, so brauchen nur alle Krümmungen der Röhren nach einer und derselben Seite zu kommen, und der Bogen wird vortrefflich Fig. 20.

Das Legen mit dem vorgeschriebenen Haken geht auf diese Weise so gut, so zweckmäßig und tüchtig, daß gar nichts zu wünschen übrig bleibt. Man weiß mit Gewißheit, daß jede einzelne Röhre fest liegt, daß sie mit der andern paßt, daß die Stoßfugen überall so sind, wie sie sein sollen; ja man kann und muß die Röhren so dicht an einander schieben, daß, wenn eine derselben aus der Mitte herausgenommen werden soll, die daneben liegenden gleichzeitig mit in die Höhe gehoben werden. Das Legen geht aber damit auch schnell. Der eingeübte Arbeiter, welcher schon längere Zeit gelegt hat, sieht sogleich beim Hinabsenken der Röhre, ob sie passen wird, und weiß ihr unterwegs schon eine solche Lage zu geben, daß sie, unten angekommen, rund herum dicht an die vorher gelegte sich anschließt.

Ein tüchtiger Leger kann 15 Gräbern mit Beqemlichkeit folgen, d. h. 80—90 Ruthen oder 1000 Fuß Röhren in Einem Tage legen und nebenher noch die Aufsicht über die Gräberei führen, die Arbeiter anweisen, und die fertigen Gräben abnehmen. Das letzte Abgleichen der Grabensohle geschieht am besten von oben herunter mit der Kelle unmittelbar vor dem Legen der Röhren, und hat der Arbeiter, welcher dieses Geschäft besorgt, dabei noch Zeit, die Röhren auf der Grabenbort zu vertheilen.

Die größern Röhren der Sammeldrains werden ebenfalls vom obern Ende des Grabens herunter mit der Hand gelegt. Der Legende steht auf den bereits liegenden Röhren, und zieht die neu zu legenden immer dicht an die letzte Röhre heran, auf der er mit dem einen Fuße steht, sodaß also auch hier die Stoßfugen möglichst enge werden, und die eben rein gemachte Grabensohle durch die Fußtritte nicht wieder beschädigt wird. Im weichen Boden aber,

in dem sie durch das Darauftreten versinken würden, können sie ebenfalls von obenher und mit dem Haken gelegt werden.

Gropp*) verlangt: „daß zwei seiner Haken zur Stelle sind, damit, wenn die eine Stange voll Röhren von zwei Arbeitern in den Graben gesenkt und beschüttet wird, die andere unterdessen von zwei andern Arbeitern bezogen ist, und beide fortwährend gewechselt werden können. Doch müssen die Arbeiter selbst nicht wechseln, sondern die mit dem Geschäft des Versenkens betrauten Arbeiter empfangen die volle Stange aus den Händen der aufreihenden, und geben die leere an dieselben wieder zurück. Zum Versenken der Röhren wähle man immer die zuverlässigsten Männer. Der eine ergreift die hölzerne Handhabe, der andere setzt den eisernen Haken unten am Ende der Eisenstange, oder in Ermangelung eines solchen erfüllt ein Strick den Zweck, und so senken beide die Stangen mit Röhren in den Graben. Liegt sie mit den Röhren auf der Sohle des Grabens, so ist es des am hinteren Ende derselben befindlichen Arbeiters Aufgabe, genau nachzusehen, ob die Röhren allesammt gut auf der Sohle des Grabens liegen. Sind in der Sohle Vertiefungen, und geräth eine Röhre dadurch in eine hohle Lage, so macht derselbe eine Unterlage von kleinen Steinen oder Erde. Der Arbeiter an der hölzernen Handhabe bleibt unterdessen auf seinem Posten und hält dieselbe fest; liegen die Röhren nun in gehöriger Ordnung und Richtung, so wirft der eine der übrigen beiden Arbeiter, und derjenige, welcher die Stange mit dem Haken oder Strick hat versenken helfen, zuerst gute Erde von der Ackerkrume darauf! Der sechste Mann ist zunächst noch mit dem Reinigen der Grabensohle durch den Besen oder Haken beschäftigt. Nur sobald genügende Erde auf die Stange mit Röhren geschüttet ist, wendet er sich, tritt hinter den Arbeiter, welcher noch die hölzerne Handhabe der Stange hält, ergreift den an der eisernen Stange befestigten Strick, und zieht mit Hülfe des Haltenden die Stange wieder aus den Röhren heraus. Hierbei tritt einer der Arbeiter auf die über die Röhren geworfene Erde, kniet vorn nieder, erfaßt während des Herausziehens der Stange mit dem Mittel- und Zeigefinger die letzte vordere Röhre, und drückt sie fest zurück, damit sie durch dieses Herausziehen nicht aus ihrer Lage gebracht wird."

---

*) Deutsches Drainbuch, S. 25 und 26.

Sehr zu bedauern ist, daß Herr Gropp nicht angegeben hat, wie viel die 6 Mann, welche beim Legen beschäftigt sind, in einem Tage fertig bekommen. Es würde sich dann noch klarer herausgestellt haben, wie sehr dieses Verfahren dem zuerst beschriebenen gegenüber zurücksteht. Allein Verfasser würde die langsamere Arbeit hinnehmen, wenn sie besser wäre. Das Verfahren selbst hat aber so viel gegen sich, daß es durchaus zu ungünstigen Resultaten führen muß, die in Isterbies vielleicht nur noch nicht recht erkannt, vielleicht auch nicht weiter bekannt geworden sind, vielleicht aber auch sich noch nicht deutlich herausgestellt haben, weil eine Menge von Laub, Heu oder dergleichen auf die Röhren gedeckt ist, und diese noch etwas schützt. Doch davon später. Jetzt den Beweis des vorher ausgesprochenen Urtheils. Mag auch zugegeben werden, daß man den guten Willen hat, die am Ufer aufgesteckten Röhren auf der Stange so sorgfältig, als möglich an einander zu passen, obgleich Herr Gropp gar nichts auf die Beschaffenheit der Stoßfugen zu geben scheint, da er gar nicht einmal davon spricht, so ist doch gar nicht zu verkennen, daß, wenn die Röhren nicht ganz gerade, sondern nur etwas krumm sind, sie gar nicht einmal so an einander gepaßt werden können, daß gute untadelhafte Fugen herauskommen, oder eine Röhre von überall gleicher Weite gebildet wird, weil deren Lage nur durch den Haken, auf den sie (er soll 3/4 Zoll stark sein) beinahe stramm hinaufgehen, und nicht, wie es sein muß, durch ihre eigene Form bedingt wird, wie Fig. 27 Tab. IV. nachweist. Dabei bleibt es weniger fraglich, als unwahrscheinlich, daß sie in derselben Lage bleiben, bis sie die Grabensohle erreichen, da ein Stoß an die Stange oder das Berühren der Grabenbort damit, welches bei der Schwere des von 2 Mann regierten Instruments so sehr leicht möglich ist, die Lage derselben gewiß verändert. Aber es mag auch angenommen werden, daß sie glücklich so hinabgelangen, wie sie auf der Stange aufgesteckt waren. Dann läßt der eine Arbeiter seinen auf die von den Röhren vorstehende Stange aufgestreiften Haken los, und nun wird die Stange mit den Röhren so weit herangeschoben, daß die aufgestreiften an die schon liegenden Röhren anstoßen. Abgesehen davon, daß dabei Erde von der Grabensohle dazwischen geschoben wird, deren Fortschaffung, wenn sie geschieht (und wer sieht nach, ob nicht auch etwas davon in die Röhren hineingeschoben ist?) Zeit raubt, so wird fast jedes

Mal die Stoßfuge wenigstens an diesem Zusammenstoß eine fehlerhafte werden, wie c Tab. IV. Fig. 19, denn wenn die Röhren auch auf der einen Seite, oder oben, oder unten dicht an einander gedrängt sind, wird sie auf der entgegengesetzten zu weit bleiben. Das wird ein Jeder zugeben müssen, der sich selbst einmal Mühe gegeben, und die Umstände kennen gelernt hat, welche es macht, die einzelnen Röhren tüchtig an einander zu passen. Dann wird Erde von oben darauf gedeckt. Schon durch das Herumtreten auf dem lose aufgeschütteten Boden über den Drains, können die Röhren leicht nach der Seite, wenigstens so weit, als es der Spielraum zwischen der Stange und der Röhre gestattet, verschoben werden, sodaß sie so, wie Fig. 26 zeigt, zu liegen kommen. Der Drain ist dadurch zwar nicht verstopft, aber einen Vortheil gewährt eine häufige Verengung des Querprofils, wie sie hierdurch entsteht, gewiß nicht. Noch gefährlicher aber wird, noch leichter das Verschieben nach einer andern Richtung, wenn der Boden in der Grabensohle ungleichmäßig hart, und stellenweis weich ist. Auch in diesem Falle werden die Röhren an den festen Stellen hoch liegen bleiben, an den weichen aber, ohne gerade hohl zu liegen, sich durch die Last der aufgeworfenen Erde heruntersacken, soweit es die Stange erlaubt, später aber beim unvermeidlichen Treten und Wirthschaften darauf sich noch weiter eindrücken. Der Drain wird auch dadurch ganz oder zum Theil verstopft. Endlich ist, wenn der Haken herausgezogen wird, gar nicht zu sehen, ob und wo sich die Röhren mit ziehen, ob dadurch nicht zu weite Fugen entstehen, was gewiß leicht geschieht, wenn krumme Röhren auf den Haken nur etwas stramm aufgeschoben sind, denn das Gefühl des Arbeiters, der mit zwei Fingern gegenüber dem am Strick, vielleicht nicht einmal gerade aus Ziehenden darauf aufpassen soll, dürfte sich sehr leicht täuschen lassen. Alles dieses ist bereits nicht selten vorgekommen. Schließlich hört jede Controlle wegen der gleich nach dem Einlegen auf die Röhren aufgedeckten Erde auf. Nach diesen Auseinandersetzungen gebührt dem englischen Verfahren unstreitig und in jeder Beziehung der Vorzug. Es würde wahrscheinlich auch von einem Jeden sogleich eingeführt worden sein, wenn nicht die Abbildungen in den verschiedenen Drainbüchern unglücklicherweise hier gerade das Unvollkommenste, den Haken zum gleichzeitigen Legen von Röhren und Muffen gebracht hätten, ein

Instrument, das zum Legen einfacher Röhren gar nicht zu gebrauchen ist.

Das Legen der Röhren zu den Saugdrains mit der Hand setzt breite und nicht sehr tiefe Gräben voraus, und ist nur da anwendbar, wo der feste Boden das Stehen auf den Röhren gestattet. Es unterbleibt schon ganz von selbst da, wo die Leute das Legen mit dem Haken kennen gelernt und einigermaßen geübt haben. In tiefen Gräben mit unsicheren Wänden ist es gefährlich, weil der auf der Sohle gebückt stehende Arbeiter durch Zusammenfallen des Grabens verschüttet, möglicher Weise sogar erstickt werden kann.

§ 20. Verbindung der Saug- und Sammeldrains.

Jeder Saugdrain kann und muß sogleich mit Röhren fertig zugelegt werden, sobald er aufgegraben ist. Nicht so ist es mit den Sammeldrains. Da muß mit dem vollständigen Zulegen so lange gewartet werden, bis auch der letzte Sammeldrain fertig ist. Es ist schon früher erwähnt worden, daß, da bei größeren Systemen darüber längere Zeit vergehen kann, bei irgend unsichern Grabenwänden interimistisch Röhren hineingelegt werden müssen, um dem Wasser wenigstens freien Abfluß zu sichern, wenn auch diese Grabenwände nachfallen sollten.

Da vor dem definitiven Zulegen nicht zu übersehen ist, auf welche Stelle genau die Verbindung der Saugdrains mit dem Sammeldrain hintreffen wird, und wie weit die ersteren in den Graben des letzteren hineinreichen müssen, so läßt man die beiden letzten Röhren in den Saugdrains vorläufig noch nicht mit Erde bedecken, während der übrige Theil derselben vollständig zugeworfen werden kann. Kommt man dann endlich mit dem schließlichen Legen der Röhren des Sammeldrains an diese Stellen heran, dann erst werden die Röhren zusammengepaßt, verhauen u. s. w.

Für diese Verbindung der Saug- und Sammeldrains sind verschiedene Manieren empfohlen worden. Es sollen an die Röhren der letzteren schon bei deren Anfertigung gebogene Ansätze angeklebt werden, Tab. IV. Fig. 21, an welche dann die Röhren des Saugdrains anstoßen sollen.

Oder es sollen in die großen Röhren, so lange sie noch weich sind, Löcher eingeschnitten werden, in die die Röhren der Saugdrains hineingesteckt werden, Fig. 22. Das erstere Verfahren ist zu theuer

und hat mit dem zweiten das Unangenehme gemein, daß die größern Röhren an den Enden verhauen werden müssen, um sie passend zu machen, da die angeklebten Röhrenenden und die eingeschnittenen Löcher fast niemals gerade auf die Linie der Saugdrains treffen, aber auch selten eine solche Menge verschiedenartiger Röhren zur Hand sind, um darunter eine gerade passende auswählen zu können.

Viel zweckmäßiger werden die Löcher an den nöthigen Punkten, die sich beim Legen ganz genau abmessen und aufzeichnen lassen, an Ort und Stelle eingehauen. Dazu ist ein Hammer, welcher einem leichten Maurerhammer ähnlich auf der einen Seite eine breite, scharfe, gut verstählte Haue, auf der andern aber eine Spitze hat, besonders brauchbar. Das Einhauen der Löcher ist weniger mühsam und wird genauer, als wenn die Röhren an dem Ende abgehauen werden, indem das letztere gewöhnlich eine schlechte Stoßfuge giebt.

Gegen die zweite Verbindungsweise, das Einstecken der Röhren, läßt sich noch anführen, daß, gleichviel ob die Röhren des Saugdrains von der Seite auf der obern Hälfte oder in der Mitte der Röhren des Sammeldrains hineingesteckt werden, niemals zu sehen ist, wie weit sie in diese hineinreichen, und ob sie nicht, über die Wand der letzteren hinaus vorstehend, deren Querprofil auf eine höchst schädliche Weise verengen, und den Abfluß des Wassers darin aufstauen, wie Fig. 23 darstellt.

Allein diesen Unannehmlichkeiten entgeht man, wenn man in jede der beiden Röhren des Saug- und Sammeldrains ein Loch so einhaut, daß die beiden Löcher auf einander passen, wenn die Röhren über einander gelegt werden, Fig. 24. Das Wasser des Saugdrains strömt dann gerade von oben in den Sammeldrain hinein. Die Richtung, in der der erstere auf den letzteren zugeführt wird, ob unter einem spitzen, oder einem rechten, oder stumpfen Winkel, ist dabei ganz gleichgültig, und das Profil keiner von den beiden Röhren kann jemals verengt werden. Natürlich muß das über den Sammeldrain fortreichende Ende der Röhre des Saugdrains b mit irgend etwas dicht verstopft werden.

Uebrigens ist der Nachtheil, der bei einer andern Verbindungsart daraus entstehen soll, daß das Wasser des Saugdrains dem des Sammeldrains einigermaßen entgegenfließt, wenn jener sich an diesen in einem stumpfen Winkel anschließt, von der Furcht, daß dadurch ein sehr schädlicher Rückstau veranlaßt werde, sehr überschätzt und

wird durch andere Dinge, welche in dieser Beziehung viel wesentlicher, aber bisher wenig beachtet sind, so weit überwogen, daß er eigentlich kaum in Rechnung gebracht werden kann. Dahin gehören z. B. die schlechten Profile breitgedrückter Röhren, welche beim Legen, der verschiedenen Krümmungen halber, gar nicht einmal auf einander passen und den ganzen Röhrenstrang eigentlich überall verengen, die Rauhigkeit der Oberfläche der innern Wandung, die durch den Abschnitt mit dem Draht verengten Oeffnungen, beim Abnehmen mit der Gabel im Innern der Röhren zusammengeschobene Thonstücke u. dergl. m.

Das Zwischenlegen der Röhren des Saugdrains zwischen 2 Röhren des Sammeldrains, Fig. 25, und das Verdecken des dadurch entstehenden Zwischenraums zwischen den letzteren mit Mauersteinstücken oder Scherben zerbrochener Röhren, ist, selbst wenn eine Sohle von Steinen darunter gelegt wird, ganz zu verwerfen, denn die Fugen werden zwar von oben zugedeckt erscheinen, von der Seite aber desto weitere Zwischenräume bleiben, in die das Wasser und mit demselben zugleich der Sand rc. eindringen wird, besonders, wenn bei sehr starkem Zudrang von Wasser, den die Röhren nicht schnell genug abzuführen vermögen, sich über denselben Druckwasser ansammelt.

Aus diesen Gründen ist die oben näher beschriebene Art der Verbindung, Fig. 24, bei der das Wasser von oben in den Sammeldrain eingeführt wird, die sicherste. Daß dazu die Sammeldrains beinahe um die Röhrenstärke tiefer gelegt werden müssen, als die Saugdrains, leuchtet von selbst ein.

Sollen mehrere Sammeldrains zu einem vereinigt werden, so müssen die Röhren derselben an den Enden so verhauen werden, daß sie an einander passen und möglichst dicht schließen. Röhren, welche aus magerer Ziegelerde gemacht, oder nicht zu hart gebrannt sind, kann man mit einer guten Säge ab- und passend schneiden.

§ 21. Bedecken der Röhren mit Stroh, Heu, Laub u. dergl.

Von vielen Seiten wird gerathen, die gelegten Röhren mit Stroh, Heu, Laub u. dgl. m. zu bedecken, oder wenigstens Rasenstücke auf die zu großen Stoßfugen zwischen denselben zu legen, um dadurch das Eintreiben von Sand und damit das Verstopfen der Röhren zu verhüten. Gäbe Verfasser viel auf Autoritäten, so

würde er die Namen bekannter Drainer in England citiren können, welche sich bereits gegen dieses Verfahren ausgesprochen haben. Es lassen sich aber ebenso gut Namen von Leuten, welche dafür sind, anführen, und so bleibt nichts weiter übrig, als nach den Gründen zu forschen, welche für die eigene Ueberzeugung am Ende doch den Ausschlag geben müssen.

Zu weite Stoßfugen sind, wie schon früher nachgewiesen ist, fehlerhaft. Sie sind durch gute Arbeit und Anwendung tüchtig gemachter Röhren zu vermeiden, und dürfen deshalb eigentlich niemals vorkommen. Dann braucht auch kein Deckmaterial dafür gesucht zu werden. Ebenso ist schon öfter wiederholt worden, daß das richtige Gefälle ebenfalls ein gutes Schutzmittel gegen das Verstopfen durch eingetriebenen Sand sei. Sind diese Bedingungen erfüllt, so wird weiter gar nichts nöthig sein. Aber die Besorgniß, daß sich trotz dem die Röhren verstopfen könnten, ist gar zu groß; darum muß noch mehr gethan werden, und um ganz sicher zu sein, noch etwas einem Filter ähnliches auf die Röhren gedeckt werden, denn sie könnten sich möglicher Weise doch verschieben, auf einem Ende senken (auch darüber ist beim Legen der Röhren § 19 gesprochen) u. s. w. Darum muß der Druck der hinaufgeworfenen Erde vertheilt werden u. s. w. Das klingt recht gut, und mancher glaubt es auch wirklich, allein (incidit in Scyllam, qui vult vitare Charybdin), ein scheinbar mögliches Uebel zu verhüten, wird ein wirkliches herbeigeführt.

Außer den bereits viel besprochenen Ursachen der Verstopfung der Röhren giebt es auch noch andere, welche zwar seltener vorkommen, die aber doch auch schon dagewesen sind, und zwar Verstopfungen durch Pflanzen, welche im Drainwasser gewachsen, den ganzen inneren Raum der Röhren ausgefüllt haben. Nun ist aber sicher anzunehmen, daß die auf die Röhren aufgedeckten organischen Stoffe eher zum Entstehen solcher neuen Organismen Veranlassung geben werden (analoge Fälle sieht man täglich), und daß dadurch eher eine solche Verstopfung entstehen kann, als wenn sie nicht da sind, denn unvergänglich ist das Deckmaterial in der Erde nur dann, wenn es beständig unter Wasser liegt. Hier aber bleibt es durchaus nicht beständig naß, die Luft hat oder bekommt Zutritt dazu und darum wird es sehr bald zerstört sein.*)

*) Das Entstehen solcher niedern Organismen, z. B. von Algen und Konferven, ist bereits in den Drains auch bei uns mehrfach beobachtet.

Außerdem bildet dasselbe, wenigstens so lange es nicht ganz verfault ist, einen zweiten verdeckten Graben noch neben den Röhren. Haben die Drains dann viel Gefälle, so kann das über den Röhren fließende, oder wenn das Deckmaterial erst vergangen ist, in den gebliebenen Höhlen sich ansammelnde Wasser zum Ausreißen des Grabens, zu Verschiebungen der Röhren, am häufigsten aber zu Verstopfungen derselben durch Sand ꝛc. Veranlassung werden. Schon bei zwei oder mehreren neben oder über einander gelegten Röhrensträngen verstopft sich einer in der Regel früher oder später, indem bei schwachem Zufluß und bei dem geringsten Hinderniß in dem einen das Wasser durch die Stoßfugen hindurch in den andern übergeht. In viel größerer Ausdehnung und viel häufiger wird dies vorkommen und vorkommen müssen, sobald der eine der beiden neben einander liegenden verdeckten Gräben zerstörbare Wände oder Umgebungen hat, welche vom Wasser fort- und stellenweis in die Röhren hineingeschwemmt werden können, wie es der Fall sein wird, wenn nach dem Vergehen des Deckmaterials die schlechten Fugen wieder frei geworden, und über oder neben dem Röhrenstrange nur Höhlungen mit Erdwänden geblieben sind.

Diese Gründe gelten zum Theil auch gegen das Aufdecken von Rasenstücken auf die etwa vorkommenden zu großen Fugen, welche in der Praxis zuweilen nicht ganz vermieden werden können, ohne eine Menge von Röhren, welche nicht ganz gerade abgeschnitten worden, zu verwerfen. Wenn durch diese Rasenstückchen die Fugen auch von oben verdeckt werden, so bleiben sie an den Seiten doch offen, und es ist zwar etwas, aber nicht viel gebessert. Hier sind die Sättel aus gebranntem Thon, der Länge nach halb aufgeschnittene Muffen, von denen man einige anfertigen und gleichzeitig mit den Röhren brennen lassen kann, oder das einfache Auflegen von Lehm oder ungebrannten Thonblättern, welche sich an die Röhren anlegen, viel besser und sicherer. Diese Palliativmittel sind aber nur da nöthig, wo ausnahmsweise einmal eine zu weite Fuge vorgekommen ist. Ueberall sie anzuwenden, ist unnöthig und zu kostbar.

§ 22. Zufüllen der Gräben.

Sind die Röhren gut gelegt, so werden die Gräben wieder zugeworfen. Diese Operation ist an und für sich sehr einfach, und dabei nur darauf zu achten, daß bei dem Hinabwerfen der Erde keine

Steine oder keine zu großen und fest getrockneten Erdmassen auf die Röhren gestoßen werden, welche die Zertrümmerung oder ein Verschieben der Röhren zur Folge haben könnten. Am besten ist es, entweder zuerst mit dem Spaten eine Kleinigkeit der Ackererde von der obern Kante des Grabens loszustechen, welche dann, nicht hoch über den Röhren, und nicht darauf geworfen, sondern nur durch eigene Schwere an der Grabenbort hinabrollend, keine bedeutende Erschütterung der gelegten Röhren veranlassen kann und krümlich und mürbe dieselben überall umgiebt, und das beste Deckmaterial bildet, oder breitbeinig über dem Graben stehend das mürbste der vorher ausgeworfenen Erde langsam von dem tiefgehaltenen Spaten und senkrecht auf die unten liegenden Röhren hinabfallen zu lassen. Es gehört nur wenig Erde dazu, den untersten schmalen Theil des Grabens ungefähr 1 Fuß hoch auszufüllen. Dann wird erst der andere ausgehobene Erdboden wieder darauf geworfen, und daraus, da er gelockert einen größeren Raum einnimmt, als früher im festen Zustande, ein kleiner Wall über dem Drain aufgehäuft, welcher sich bald und besonders, nachdem es einige Mal darauf geregnet hat, wieder senkt. In welcher Folge dieses Einwerfen der Erde geschieht, ob die ursprüngliche Ackerkrume wieder nach oben kommt oder nicht, ist in der Regel höchst gleichgültig. Der Boden verhält sich, wenn die letztere nach unten kommt oder mit der anderen Grabenerde gemischt wird, ebenso wie rayolter. Wo also das Rayolen für vortheilhaft gehalten werden kann, schadet auch das Obenaufbringen des Untergrundes nicht.

Verfasser hat diese Arbeit bis jetzt stets in der beschriebenen Weise ausführen lassen, und sich dabei um die Beschaffenheit der aufgeworfenen Bodenarten, unter denen bei dem tiefen Drainiren der Triebsand gerade am häufigsten vorgekommen ist, gar nicht gekümmert. Es ist dabei nur ausnahmsweise und höchst selten Thon oder sonst etwas weder unter, noch auf die Röhren gelegt, doch kann die Versicherung gegeben werden, daß das Wasser immer hell und klar aus den Röhren herausgelaufen ist, und niemals erhebliche Spuren, geschweige bedeutende Mengen von Sand mit herausgebracht hat, sobald nur die Röhren tüchtig gelegt waren.

Das Zufüllen der Gräben muß möglichst bald nach dem Legen der Röhren geschehen. Dieselben lange offen stehen zu lassen nützt nur wenig, höchstens im Sommer dem strengen Thonboden, welcher

dann an den der Luft ausgesetzten Grabenborten breite bis zu den Röhren hinabreichende Spalten bekommt; im Herbst und Frühjahr dagegen, wenn die Verdunstung gering ist, auch diesem kaum. In anderem Boden laufen im Gegentheil die Drains fast stärker, wenn die Gräben erst ganz zugeworfen sind, als wenn die Röhren offen liegen, und dadurch trocknet der Boden im Ganzen ebenfalls nur schneller aus. Unter Umständen kann es indeß vorkommen, daß mit dem Zufüllen der Gräben dem Aufgraben und Legen nicht schnell genug gefolgt werden kann. Wenn z. B. das Aufgraben in Akkord von fremden, das Zuwerfen mit eigenen Leuten gemacht wird, und diese anderweitig nöthigere Beschäftigung haben, dann muß wenigstens 1 bis 1½ Fuß Erde auf die Röhren geworfen werden, damit die bei eintretendem Regenwetter zusammenschießenden Grabenborten die gelegten Röhren in keiner Weise verschieben oder beschädigen können. Ist sehr viel angesammeltes Wasser im Boden, so daß es noch hoch über den Röhren aus den Grabenwänden in ziemlicher Menge ausfließt, so bleibt davon häufig etwas auf dieser eingeworfenen, den Graben nur zum geringen Theil ausfüllenden Erde stehen, und es scheint beinahe, als könnte es nicht zu den Röhren gelangen. Sind diese indessen nur recht sorgfältig gelegt, so hat das nichts zu sagen. Der Zufluß von oben ist augenblicklich nur stärker als der Abzug nach unten, das Wasser kann nicht schnell genug in die Röhren hinabsacken. Das verliert sich bald und man wird sich durch Nachgraben leicht überzeugen können, daß die Drains darunter ganz rein und offen und in voller Thätigkeit sind.

In recht feinem und weichem Triebsande kann man, um das Eindringen desselben in die Röhren zu verhüten, etwas Thon unter und über die Stoßfugen legen. Das Wasser findet trotz dessen seinen Weg in die Röhren hinein. —

§ 23. Schwierigkeiten und Hindernisse.

Bisher ist nur die Rede von Arbeiten gewesen, welche ihren regelmäßigen und normalen Verlauf haben. Es werden aber häufig genug Fälle vorkommen, wo es sich nicht so leicht macht. Darum müssen die gewöhnlichsten dieser Ausnahmsfälle hier noch erwähnt, die nothwendigen Vorsichtsmaßregeln besprochen und die Art und Weise, wie dabei zu verfahren und zu helfen, angegeben werden.

Sehr häufig machen große Steine im Untergrunde viel Arbeit.

Sind dieselben nur so groß, daß sie von 2—3 Männern bewältigt werden können, so mag man sie ausbrechen, und aus den Gräben ganz herausschaffen. Sind sie aber dazu zu groß, so räume man die eine Grabenbort fort, mache neben der Drainlinie ein Loch und wälze den Stein hinein, natürlich so weit, daß er nicht mehr hindert, sicher liegt und nicht wieder zurückfallen kann. Ist der Stein aber so groß, daß er, ohne gesprengt zu werden, gar nicht zu rühren ist, liegt er dabei tief genug, und sind nicht andere Gründe zu dessen Fortschaffung vorhanden, so umgehe man denselben in einem langen Bogen, Tab. V. Fig. 2. Der Bogen legt sich mit krummen Röhren sehr gut, und ist davon schon oben § 19 die Rede gewesen.

Zuweilen liegt auch ein großer Stein gerade so querüber, daß er in beide Ufer hineinfaßt und fest zu liegen scheint, und daß der Graben wohl darunter fortgearbeitet und die Röhren darunter gelegt werden könnten, daß also die Entfernung desselben nicht gerade nothwendig erscheint. Ein solcher Stein muß, wenn er groß und schwer ist, trotz dem fortgeschafft werden. Die Ausfüllung über den gelegten Röhren bis hinauf zu einem solchen Steine kann niemals so fest gemacht werden, daß sie, wenn der Stein einmal sacken sollte, nicht zusammengedrückt werden könnte. Dadurch können aber auch die Röhren zerdrückt, oder wenn sie selbst dem Drucke widerstehen, doch tiefer als die daneben liegenden in den Boden hineingepreßt, und auf diese Weise der Drain verstopft werden. Auch dieser Fall ist bereits vorgekommen.

Sind Bäume oder Sträucher in der Nähe der Drainlinie, so ist es zweckmäßig, sie entweder auszuroden, oder mit dem Drain so weit entfernt davon zu bleiben, daß deren Wurzeln den Röhrenstrang nicht erreichen können. Baumwurzeln, welche durch die Stoßfugen in die Röhren hineingewachsen sind, haben in deren frischem Wasser schon so viele Faserwurzeln getrieben, daß dadurch die Oeffnung vollständig verschlossen worden ist.*) Auch können dieselben, wenn sie durch die Fugen hindurchwachsen und später stärker werden, entweder die Röhren soweit aus einander pressen, daß das Eindringen von

*) Namentlich sind es die Wurzeln der Pappeln, Weiden, Ellern, welche selbst auf 3 bis 4 Fuß Entfernung des Drains vom Stamme hineingewachsen sind. Auch Wurzeln von Equisetum und andern perennirenden Unkräutern sind Veranlassung von Verstopfungen geworden. Darum ist die Benutzung alter Gräben zu den Drains nicht vortheilhaft.

Erde nicht ausbleiben kann, oder die Oeffnungen derselben wohl ganz und gar verdecken. Ist aber so etwas einmal bekannt, so würde bei einem Werke, von dem man eine so lange Dauer hofft, wie von der Drainage mit gebrannten Röhren, jede Ersparung von geringen extraordinären Kosten unrecht sein, sobald durch deren Aufwendung eine größere Sicherheit erzielt werden kann.

Das schlimmste Hinderniß findet der Drainirende aber im Triebsande. Es ist dieses Hinderniß um so größer, je mächtiger die Schicht, je weicher der Sand, je mehr Wasser darin enthalten ist, und je tiefer in dieselbe hineingegangen werden muß. Schon früher ist wiederholt davon gesprochen, daß Schlick, Triebsand oder dergl. durch vieles Treten und Rühren darin immer dünner und breiartiger und flüssiger wird, daß die Grabenwände unten hohl laufen und beständig nachstürzen, daß die Gräben selbst immer breiter werden, aber nicht tiefer zu bekommen sind, so viel Sand auch von unten herausgeworfen werden mag. Wie da zu helfen, ist in allgemeinen Regeln gar nicht anzugeben, da das Uebel und damit die Schwierigkeiten in den verschiedensten Abstufungen auftreten. Hier können daher nur einzelne Mittel angegeben werden, diese Schwierigkeit zu überwinden. Es muß aber einem Jeden überlassen bleiben, darunter für seine Verhältnisse das passendste zu wählen, oder etwas Aehnliches zu versuchen.

Zuweilen gelingt es, durch bloßes Graben in der Mitte, welches von unten herauf einen Stich breit sehr oft wiederholt wird, bis zur genügenden Tiefe in den Boden hineinzukommen. Was an Erde hinaus muß, fließt doch von selbst von den Seiten her wieder hinein, und kommt man mit jedem Stich auch nicht viel, so kommt man damit doch etwas tiefer. Man muß mit dem langsamen Fortschreiten der Arbeit schon zufrieden sein, aber fest darauf halten, daß nur in der Mitte und nur ein Stich breit gegraben wird, sonst wird das an der Seite liegende Erdreich immer lebendiger und dessen Hinausschaffung immer schwieriger, ganz abgesehen davon, daß es vielleicht gar nicht einmal nöthig ist, dieses alles wieder hinauszuwerfen.

In andern Fällen muß man die oberen Theile der Grabenbort absteifen. Zu dem Ende wird an den beiden gegenüberliegenden Grabenwänden ein Brett oder eine Schaalborte der Länge nach angelegt, a a Tab. V. Fig. 3, und durch dazwischen gekeilte Spreithölzer b b fest gemacht. Der von beiden Seiten wirkende Erddruck

hebt sich gegenseitig auf. Im allerschlimmsten Falle bleibt aber nichts weiter übrig, als zuerst so tief zu graben als möglich, dann die Röhren interimistisch hineinzulegen, ganz leicht mit Erde zu bedecken und abzuwarten, bis das Wasser im Boden bis zum Niveau der Röhren abgesackt ist. Dann sind die Röhren wieder herauszunehmen, der Graben ist wieder so weit zu vertiefen, als es eben gehen will, und die Röhren sind zum zweiten Mal zu legen. Sollte man mit diesem zweiten Eingraben die nothwendige Tiefe der Drains noch nicht erreichen können, so muß man von neuem abwarten, bis das Wasser abgelaufen, dann die Röhren noch einmal herausnehmen, kurz noch einmal eben so verfahren, wie früher und wie eben beschrieben ist. Dadurch wird die Arbeit zwar kostbar, allein doch nicht so theuer, und dennoch besser, als wenn man die Tiefe mit einem Male erzwingen will. Daß vorzugsweise zu Arbeiten in solchem Boden die trockenste Jahreszeit zu benutzen ist, ist schon früher bemerkt und bedarf kaum der Wiederholung.

Zuweilen ist der im Grunde vorhandene Boden auch so weich, daß die Röhren darin durch das eigene Gewicht beinahe versinken, selbst wenn noch keine sie belastende Erde darauf geworfen worden ist. Selten findet sich ein so weicher Untergrund durchgehend in längeren Gräben, gewöhnlich ist er nur auf einzelne Stellen beschränkt, während die übrigen Strecken härter und fester sind. Aber das ist gerade noch schlimmer. Im ersten Falle kann allenfalls auf ein gleichmäßiges Sacken der Röhren gerechnet werden, im andern ist aber mit Gewißheit vorherzusehen, daß die Röhren auf der festen Grabensohle liegen bleiben, und nur auf den weichen Stellen sinken werden. Dadurch würde aber im günstigsten Falle das stetige Gefälle des Röhrenstranges verloren, und die Grabensohle bergauf und bergab gehen. Das fließende Wasser würde dann auf einzelnen Stellen sogar steigen müssen. Dieses kann aber nur geschehen, so lange die Röhren offen sind. Gerade diese tiefen Stellen werden aber Ablagerungsplätze für den Sand ꝛc., und sind die Röhren in diesen Vertiefungen um mehr als ihren innern Durchmesser gesunken, so ist die Verstopfung derselben mit der Zeit unvermeidlich. Im weniger günstigen Falle versinken die Röhren so stark, daß Verschiebungen und in Folge dieser Verstopfungen sogleich eintreten. An solchen Stellen gilt es den Boden fest zu machen, so daß er dem Druck der Röhren sammt der Füllerde nicht weichen kann.

Das im Boden vorhandene, und in diesem Falle immer von unten gerade in die Höhe drängende Grundwasser hebt kleinere Sachen, wie Rasenstücke, welche unter die Röhren zu legen manchmal vorgeschlagen wird, ebenso in die Höhe, wie den Sand. Ueberdies kann Niemand mit Gewißheit vorhersehen, wie nach erfolgter Belastung einerseits und nach Abfluß des durch die Drains fortgeschafften Wassers andrerseits, dort also durch Vermehrung der einen, hier durch Verschwinden der entgegenwirkenden Kraft, sich das Sacken der Röhren gestalten wird. Wahrscheinlich ist, daß sie sich verziehen werden. Verfasser hat damit Versuche gemacht, und sich selbst überzeugt, daß man viel Kraft anwenden muß, um das Heben der Rasen zu verhindern, und sie mit den Röhren in der gehörigen Tiefe zu erhalten, und daß es sehr große Schwierigkeiten macht, auf diese Weise das richtige Gefälle herauszubringen. Dieses Verfahren, Rasenstücke unterzulegen, hat daher so viel gegen sich, daß es nicht zu empfehlen ist.

Auch das Unterlegen von Moos ist von manchen Seiten empfohlen worden. Allein dazu ist ebenfalls nicht zu rathen, weil sich einzelne in die Höhe stehende Aestchen desselben gar zu leicht zwischen den Stoßfugen der Röhren einklemmen, und ohne gerade dadurch die Fugen zu stark zu machen, doch im Innern derselben hervorragen. Es ist das trotz großer Sorgfalt kaum zu vermeiden. Wer aber beobachtet hat, wie sehr sich das aus dem Wasser niedergeschlagene Eisenoxydhydrat und die in solchem Wasser sich bildenden Algen an hervortretenden Spitzen anhängen, wird deshalb das Moos nicht anwenden. Uebrigens gilt auch davon, was schon oben über die Gefährlichkeit der organischen Stoffe in der unmittelbaren Nähe der Röhrenstränge gesagt ist.

Schon sicherer geht man, wenn man einen tragenden Körper unterlegt, welcher den Druck von oben her auf eine größere Fläche vertheilt, möglicher Weise aber auch das von unten heraufdrängende Wasser hindurchläßt. Das geschieht am besten, wenn man auf beiden Seiten der Grabensohle lange Latten, Tab. V. Fig. 4 aa, von mehrern Fußen Länge hinlegt, welche nebenbei noch in dem Zwischenraum von 3/4 bis 1 Zoll Breite den Röhren ein ganz sicheres Lager gewähren.*)

*) Solche im Triebsande auf Latten gelegte einfache Röhren haben sich offen

Noch besser aber ist es, den Grund selbst so fest als möglich zu machen. Das wird sich häufig, nachdem der Graben etwas tiefer gemacht worden ist, als es eigentlich nothwendig gewesen wäre, durch Einschütten von gesiebtem Kies möglich machen lassen. Dieser Kies wird dann mit dem oben beschriebenen Presser, Tab. IV. Fig. 14, in die rechte Lage und Tiefe gedrückt. Er vereinigt Festigkeit und Durchlässigkeit mit einander und verspricht, ohne irgend einen denkbaren Nachtheil mit sich zu bringen, möglichste Sicherheit und Dauerhaftigkeit.*)

Endlich ist auch noch der Drainage des Bruch- oder Torfbodens zu erwähnen. Kann man verschiedener Ursachen wegen hier nicht so tief drainiren, daß man den festen Untergrund mit den Gräben faßt, muß man damit im Humusboden bleiben, so ist in der Regel der Grund so weich, daß das Versacken der Röhren zu befürchten ist. An solchen Orten erscheint es am besten, den Graben ½ Fuß tiefer als nöthig zu machen, und ihn dann so weit wieder mit Sand und zwar am besten recht grobem Sande zu füllen. Die Grabenwände stehen in der Regel, Wasser findet sich im Grunde ebenfalls. Läßt man dies Wasser einige Zeit über den eingeschütteten Sand hinweglaufen, so legt sich derselbe so fest, daß man die Röhren mit Sicherheit hinauflegen kann.

§ 24. Sicherung der Ausflußöffnungen und der Drains selbst.

Einen schwachen, den steten Angriffen ausgesetzten und darum einer beständigen Aufsicht bedürftigen Punkt bildet die Ausflußöffnung eines jeden Drains. Spiellust der Kinder, Böswilligkeit mancher Leute sind oft Veranlassung der Zerstörung derselben. Mäuse, Maulwürfe u. s. w. dringen in die Röhren ein, und sind schon mehrmals Veranlassung geworden, daß der Ausfluß aufhörte. Am allergewöhnlichsten aber ist, daß die Frösche in der Zeit, wo sie zum Winterschlaf sich passende Quartiere suchen, angelockt durch das aus den Drains ausströmende dann noch wärmere Wasser, in Masse eindringen, sobald sie nur die Ausflußöffnung erreichen können, ja es ist sogar kein seltener Fall, daß größere Exemplare sich

---

erhalten, während in einem andern Drain die mit Muffen gelegten mit Sand vollständig zugetrieben waren.

*) Auch solche auf eingeschütteten Kies gelegte Röhren haben sich gut gehalten.

mit solcher Kraft und Gewalt in die engeren Röhren hineinpressen, daß kein Wasser neben ihnen vorbeifließen kann, der Drain ganz verstopft ist. Außerdem frieren die heraussteheuden Röhren auch entzwei, wenn das Material dazu nicht sorgfältig genug ausgesucht war. Alles dies kommt im ganzen zwar nur selten, immer aber doch häufig genug vor, um auf Sicherung zu denken.

Diesen Uebelständen zu begegnen wird von Einigen gerathen, die Röhren in 1—2 Fuß Entfernung vor der Grabenbort aufhören zu lassen, den fehlenden Raum auf beiden Seiten mit gewöhnlichen Feldsteinen auszusetzen, und damit auch zu überdecken, Taf. IV. Fig. 30. Man ist aber dadurch eigentlich gegen nichts weiter geschützt, als gegen die Spielereien der Kinder (der oben angeführten Uebel geringstes), deren Neugier durch vorstehende Röhrenenden und das daraus hervorsprudelnde Wasser nicht mehr so sehr angereizt wird.

Andere (namentlich Engländer und, in deren Gefolge, Leclerc) wollen einen hin- und hergebogenen Draht, Tab. IV. Fig. 29, in der Stoßfuge zwischen der letzten und vorletzten Röhre der Drains eingesteckt wissen, um dadurch die möglicher Weise eindringenden Thiere abzuhalten. Dieser Zweck wird dadurch auch wenigstens so weit erreicht, daß dadurch die größeren Thiere von dem Eindringen abgehalten werden. Allein aus dem aus eisenreichem Untergrunde abfließenden Wasser, welchen man in dem kalten Boden der Diluvialformation Norddeutschlands fast überall antrifft, schlägt sich sehr häufig Eisenoxydhydrat als gelber oder brauner Schlamm nieder oder es bilden sich, wie schon erwähnt, Algen darin, welche sich an allen in den Röhren vorkommenden Erhabenheiten, namentlich aber an solchen, den Verschluß bildenden Drahtzügen festsetzen, und kaum durch die stärkste Strömung von vielem Wasser davon losreißen, sicher nur durch Menschenhand davon zu entfernen sind. In kurzer Zeit häufen sich davon zuweilen so bedeutende Massen davor an, daß sie, wenn sie nicht fortgenommen werden, den Drain total verstopfen. Wenn dieses vor der letzten Röhre geschieht, wo die Erscheinung nicht klar vor Augen liegt, so kommt die Abhülfe gewöhnlich zu spät, und erst, nachdem das Wasser gezwungen worden, mit Heftigkeit durch die dem Staupunkte zunächst belegenen Stoßfugen hinauszudrängen, unter und neben den Röhren sich einen Weg zum Abzugsgraben zu suchen, dadurch die Grabenbort fortzuspülen, und die Röhren zu unterwaschen, so daß sie los werden

und hinabfallen und dann schließlich die ganze Grabenbort nachgestürzt, und die Ausflußöffnung verschüttet ist. Ueberdies ist zu dem Draht am obern Ende der ersten Röhre nicht zuzukommen, um diesen schädlichen Schlamm zu entfernen, und deshalb von dieser Art der Sicherung für unsere Verhältnisse entschieden abzurathen.

Weniger schädlich wird dieses Drahtgitter am Ende der Röhren, da durch das Reinigen desselben diese Uebelstände vermieden werden können. Allein schon die Nothwendigkeit wiederkehrender Reinigung ist an und für sich ein Uebelstand. Sie wird gewöhnlich nur durchgeführt, so lange die Sache etwas neues ist, und geräth später gar leicht in Vergessenheit. Darum ist es zweckmäßiger, die Systeme so groß zu machen, als möglich, so daß in den wenigen ausmündenden Sammeldrains recht weite Röhren zu verwenden sind. Die hineingekrochenen Frösche u. s. w. können sich in den Röhren umdrehen, und wieder entweder freiwillig herauskriechen, oder sie werden von den großen andrängenden Wassermassen herausgetrieben, können aber in die oben einmündenden Saugdrains, in denen sie eigentlich nur gefährlich sind, nicht hineingelangen, und sind deshalb ganz unschädlich. Daher ist es besser, vor den großen Sammeldrains auch die Gitter fortzulassen.

Statt der Gitter sind von Manchen sich selbst schließende Klappen, eine Art von Ventilen vorgeschlagen, allein diese sind noch weniger zu empfehlen, sie sind nur eine schädliche Spielerei.

Manche Röhren vertragen indessen den Frost nicht gut. Die damit gebildeten Ausflußöffnungen zerfallen in kurzer Zeit. In solchen Fällen ist es besser, von Brettern oder Planken (am besten aus eichenem Holze) 3- oder 4eckige Kasten, mit einem Querprofil, welches wenigstens dem Quadrat des Durchmessers der darin ausmündenden Röhre gleich sein muß, anfertigen zu lassen. Sie sind 3 Fuß lang zu machen, damit der Frost nicht zu den Röhren dringen, und diese noch hinter dem hölzernen Kasten zerstören könne. Vermöge ihrer Länge reichen sie so weit in die Ufer hinein, daß sie möglichst fest liegen und von dem Wasser nicht leicht ausgewaschen werden können, selbst wenn die Ausflußöffnung noch einige Zoll vor der Grabenbort hervorragt. Sie werden an der äußeren Wand des offenen Grabens, in den sie ihr Wasser ergießen, mit Kopfrasen tüchtig und fest eingepackt und ein Stein auf der Grabensohle so untergelegt, daß das herabfallende Wasser kein Loch ausspülen kann,

welches an dieser Stelle leicht Veranlassung zum Nachstürzen der Grabenbort wird. Ist dieser offene Graben dann tief genug, so daß die Unterkante der Ausflußöffnung noch einige Zoll über dem gewöhnlichen Wasserspiegel desselben ausmünden kann, daß also das ausfließende Wasser noch einige Zoll hoch hinabfällt, wird der Graben auch immer so tief erhalten: so wird auch im Graben treibender Sand u. dergl. ihnen nicht leicht nachtheilig werden.

Ebenso gut und in manchen Gegenden billiger sind runde gebohrte Röhren, ebenfalls von drei Fuß Länge, und von dem Durchmesser der darin ausmündenden Röhren. Die hölzernen Kasten oder Röhren sind kaum theurer, als die gebrannten thönernen Röhren, allein sie sind vergänglich und machen schon darum eine größere Achtsamkeit darauf nothwendig. Ist die zu den Drainröhren verwandte Ziegelerde recht gut, hält dieselbe nach dem Brennen den Frost aus, so ist es am besten, 3 Fuß lange Röhren zu den Ausflüssen zu fertigen, die ihrer Länge wegen zwar etwas schwieriger gerade zu erhalten sind, die sich indeß doch machen lassen. Vortheilhaft ist es daher immer, und erleichtert die Aufsicht bedeutend, wenn so wenig Ausflußöffnungen als möglich angelegt, d. h. wenn die Saugdrains, wo es irgend geht, in Sammeldrains, und diese zu größeren Systemen vereinigt werden.

Zur Sicherung der Drains selbst dient ferner die Anwendung gerade passender, nicht zu weiter Röhren, wie solche zuweilen von furchtsamen Leuten angewendet werden, aus Besorgniß, die engen möchten das Wasser nicht fassen. Schon oben ist wiederholt bemerkt, daß sich Eisenoxydhydrat, Kalk u. dergl. oft in großer Menge aus dem Wasser ausscheide, oder daß sich in dem Wasser Algen bildeten. In England, namentlich auf den Sir Robert Peel'schen Gütern, hat dies bei Anwendung weiterer, oder eigentlich zu weiter Röhren bereits Veranlassung zu Verstopfungen gegeben. Sie hörten auf, als statt der vorher gebrauchten 2zölligen, einzöllige Röhren gelegt waren. (Vergl. § 6.) Allein es ist doch zweifelhaft, ob nicht auch in diesen, wenngleich vielleicht etwas später, derselbe Fall eintreten kann. Es ist sogar bei den Eisenmassen, wie sie unser kalter Boden in der Regel enthält, wahrscheinlich, daß er eintreten wird.

Warum das so ist, und ob nicht, oder in welcher Weise ein Sicherungsmittel auch dagegen zu schaffen, wird sich am deutlichsten herausstellen, wenn man den Prozeß verfolgt, in welchem das Ausscheiden desselben aus dem Wasser Statt findet. Derselbe ist folgender:

Das von oben in den Boden eindringende Wasser enthält oder nimmt bei dem Durchgange durch denselben (wo der vorhandene Humus eine reiche Quelle immer neuer Entwicklung derselben gewährt) freie Kohlensäure auf. In diesem freie Kohlensäure enthaltenden Wasser lösen sich manche Stoffe in bedeutender Menge auf, z. B. Kalk, Eisenoxydul u. dergl. m. Das damit geschwängerte Wasser tritt in die Röhren ein. Ist dann die Wassermasse so groß, daß die Drains volllaufen, so hat das weiter keine Gefahr. Die Lösung ist dann bei dem starken Zufluß von oben weniger konzentrirt und der Zutritt der atmosphärischen Luft in die Röhrenstränge ausgeschlossen. Das ist aber nur selten der Fall. Gewöhnlich sind diese nur zum Theil mit Wasser gefüllt. Den übrigen Theil der Röhre nimmt Luft ein. In diesem Zustande entweicht Kohlensäure aus dem Wasser. Mit diesem Entweichen derselben erfolgt gleichzeitig ein Niederschlag von kohlensaurem Kalk (denn auch dieser ist schon in manchen Röhren in großer Menge gefunden worden), Eisenoxydhydrat u. dgl. m. Die entweichende Kohlensäure füllt aber den Raum über dem Wasser nicht aus, sondern specifisch schwerer als Luft, bildet sie über jenem eine dünne Schicht, welche theils wegen des Gefälles des Drains durch eigne Schwere, theils fortgerissen durch wenn auch schwache Adhäsion an dem darunter fließenden Wasser langsam abfließt und dadurch immer der von neuem entweichenden Kohlensäure Platz macht. In immer größerer Menge bildet sich der gefährliche Niederschlag. Darum sind zu große Röhren in dieser Beziehung auch so viel gefährlicher, als enge. In jenen wird ein solcher Niederschlag fortwährend erfolgen, in diesen doch nicht immer. Es ist sogar möglich, daß das Wasser, wenn es zu Zeiten in großer Menge eindringt, und dann noch freie Kohlensäure enthält, selbst die bereits in den Röhren niedergeschlagenen Stoffe wieder auflöst, und mit fortnimmt. Durch Luftabschluß an der Ausflußöffnung, welcher ganz leicht dadurch zu bewirken, daß man den Drain unter Wasser ausmünden läßt, hoffte ich früher diesem Uebelstande entgegen zu wirken. Dies hat sich indeß nicht bewährt. Es bleibt jetzt für diesen Fall nur die Hoffnung, daß die lösliche Eisen- ꝛc. Masse im Boden mit der Zeit geringer, und dadurch die Gefahr einer Verstopfung entfernt werden wird. Bis dahin haben wir das Risiko zu tragen, und die etwa eintretenden Schäden auszubessern. In meiner Praxis sind die Nachtheile des Eisens ꝛc. ꝛc. mir noch nicht oft begegnet, obgleich ein großer

Reichthum an Eisen hier sehr, sehr häufig im nassen, kalten Boden sich findet, vielleicht, weil ich immer möglichst tief drainiren lasse. Die Gefahr ist daher gewiß nicht so bedeutend, als sie von mancher Seite her geschildert worden. — Ich glaube aus manchen Gründen zu der Vermuthung mich berechtigt, daß häufig andere Ursachen übersehen wurden, und die Schuld nicht genügender Entwässerung fälschlich einer durch das Eisen des Bodens veranlaßten Verstopfung zugeschrieben wird, welche dann später sich wieder verlieren soll!

§ 25. Entwässerung der Kessel.

Die Entwässerung der verschiedenartigsten Lagen des Terrains ist zwar bisher besprochen worden, einer in der Diluvialformation sehr häufig vorkommenden aber noch nicht Erwähnung geschehen, und zwar der der rund herum von Höhen eingeschlossenen, kesselförmigen Niederungen. Betrachtet man zunächst solche Kessel in dem warmen Boden mit undurchlassendem Untergrunde, so verschwindet das Wasser in der Regel sehr schnell. Aber es kommen auch Zeiten vor, wo dasselbe doch nicht so schnell fort kann, als es eigentlich wohl sollte, z. B. beim Aufthauen des Schnees. Dann strömt von den umgebenden Höhen das Wasser zu schnell zusammen und bildet, namentlich wenn der Boden darunter noch gefroren ist, oft große Seen, welche erst nach und nach mit dem Verschwinden des Frostes in die Tiefe versinken. Manchmal thut dieses stauende Wasser den darunter liegenden Saaten weniger, oft aber auch sehr bedeutenden Schaden. Noch viel schlimmer stellen sich die Verhältnisse im nassen und kalten Boden heraus, weil hier das auf der Oberfläche stehende Wasser, auch nachdem der Frost darunter aufgethaut ist, nicht so schnell versinkt, und darum fast immer sehr nachtheilig wird. Wird nun auch der kalte Boden durch die Drainage bis zu einem gewissen Grade in einen trockenen und warmen verwandelt, und schadet in diesem Zustande eine kurze Ueberschwemmung auch nur wenig, so kann doch mit Recht verlangt werden, daß, wenn möglich, auch diesem Uebelstande gleichzeitig abgeholfen werde, um von den aufgewendeten Kosten immer einen sichern Nutzen zu haben. Es muß also auch für diesen Fall auf Abhülfe gedacht werden.

Sind die einen solchen Kessel umgebenden Höhen von geringer Bedeutung, nur wenige Fuß hoch, so ist es am leichtesten, durch die niedrigste Stelle derselben, oder richtiger nach einem niedrigeren

Punkte hin einen offenen Graben hindurch zu arbeiten, welcher das in dem Kessel sich sammelnde Tagewasser abzuführen im Stande ist. Damit aber ein solcher Graben bei der Bestellung u. s. w. nicht störe, damit er kein nutzbares Terrain wegnehme, und damit er keine unnöthigen und bedeutenden Unterhaltungskosten verursache, ist es zweckmäßig, demselben gleich nach der Anlage eine so flache Dossirung zu geben, ihn muldenförmig so auszuarbeiten, daß er durchgeackert werden kann, und eine darin aufgezogene Wasserfurche die Räumung ersetzt. Die Sohle dieses Grabens braucht dann, um ihren Zweck zu erfüllen, nur sehr wenig niedriger zu liegen, als die Oberfläche der Niederung und nicht weiter geführt zu werden, als es das Gefälle des Bodens gerade nöthig macht. Der Graben erhält auf diese Weise die möglichst geringste Tiefe und Länge. Sehr oft werden vorhandene alte Gräben, welche durch die Drainage theilweis überflüssig werden, dazu zu benutzen sein, und deren Grabenborten entweder breit heruntergestochen, und in den alten jetzt zu tiefen Graben geworfen, oder mit schwacher Dossirung abgegraben, und nach Umständen sehr breit planirt, oder zur Erhöhung der Niederung verkarrt werden können. Um das Unterwasser wegzuschaffen, wird dann der Kessel, vielleicht auch die angrenzenden Höhen, nach den oben angegebenen Regeln, wie jeder andere kalte Boden drainirt, und die sämmtlichen Drains in einen Sammeldrain vereinigt, welcher an einer passenden Stelle, manchmal sogar unter dem muldenförmigen Graben fort bis zu einem Punkte hingelegt wird, wo die erforderliche Vorfluth vorhanden ist.

Anders sind aber die Verhältnisse, wenn die umgebenden Höhen so hoch sind, daß ein gewöhnlicher offener, geschweige denn ein muldenförmiger Graben, der hindurchgeführt werden könnte, mehr Kosten verursachen würde, als der Werth der ganzen möglicher Weise überschwemmten Fläche beträgt, oder daß die Grabenfläche, welche nicht nutzbar bleibt, größer würde, als der ganze Kessel, obgleich es andererseits ganz gewiß sehr ärgerlich ist, ein so unsicheres Terrain im eigenen Felde zu besitzen, welches weder die darauf verwandte Mühe und Arbeit, noch den Dünger bezahlt, mithin fast werthlos ist. Darum liegt auch der Wunsch sehr nahe, ein solches Grundstück selbst mit etwas größeren Kosten in eine nutzbare Fläche um-, und die Quelle fortwährenden Verdrusses fortzuschaffen.

Schon früher sind in solchen Niederungen Löcher, zuweilen von

bedeutender Tiefe ausgegraben und mit Steinen ausgefüllt worden; oft ist auch nur ein Bund Stroh hineingesteckt, um das Wasser in den durchlassenden und unten nicht frierenden tieferen Untergrund zu versenken. Dieses Mittel hat an manchen Orten, namentlich da, wo man in größerer oder geringerer Tiefe auf eine recht durchlassende Sandschicht traf, geholfen, an anderen wieder nicht. Letzteres ist besonders in kaltem Boden der Fall. Hier laufen diese Löcher voll Wasser, so, daß ein tieferes Eindringen unmöglich wird, noch ehe man auf den durchlassenden Boden kommt, oft ist derselbe auch gar nicht zu finden. In manchen Gegenden haben sich in solchen Niederungen Brücher von geringerer oder größerer Ausdehnung gebildet, oder sind noch in der Bildung begriffen, oder gar noch Wasserlöcher und Seen. Auch hier bietet die Anwendung von Drainröhren in vielen Fällen ein Mittel, auf nicht zu kostbare Weise zu helfen. Aehnlich jenen Löchern ist, nach Art der bei dem Drainiren (aber zu einem andern Zweck) empfohlenen Brunnenstübchen, an der niedrigsten Stelle des Kessels, oder wenn da zu viel Wasser ist, oder derselbe eine bedeutende Größe hat, am Rande desselben eine 5 Fuß tiefe, runde oder viereckige Grube auszugraben, und mit Feldsteinen in Moos, oder mit gut gebrannten Steinen rund herum auszumauern, so daß der lichte Raum darin 2 bis 3 Fuß beträgt. Tab. V. Fig. 1. Der Boden dieses Brunnens ist mit kleinen Steinen zu pflastern. Von diesem Brunnen aus wird ein Hauptdrain a mit dem nöthigen Gefälle und mit dem Zweck angemessenen weiten Röhren unter der Höhe hindurch bis zu einer niedrigern Stelle hingeführt, bis die erforderliche Vorfluth genügend vorhanden ist. Der dazu nöthige Graben, welcher gleich wieder zugeschüttet wird, verursacht keine bedeutenden Kosten, wenn nicht besondere Schwierigkeiten im Untergrunde vorkommen, weil er, wie alle Draingräben, verhältnißmäßig sehr schmal aufgenommen werden kann, und einige Fuß Tiefe mehr oder weniger lange nicht die Mehrarbeit herbeiführen, als bei eben so tiefen, aber offen bleibenden Gräben.

In diesen Brunnen werden von den andern Seiten auch die Drains b b b, welche zur Trockenlegung des Bodens nöthig sind, hineingeleitet. Sie müssen aber etwas höher darin ausmünden, als der Einlaß des Hauptdrains, welcher wieder einige Zoll über dem Boden des Brunnens anfängt, damit der etwa eingetriebene Sand u. s. w. Platz zum Ablagern behält, und nicht gleich in die offenen

Röhren des Sammeldrains eingetrieben und hier schädlich werden kann. Sind die Flächen groß, so kann auch ein offener Graben darin aufgenommen, und bis zu dem Brunnen herangeführt werden.

Der Brunnen soll aber nicht allein das Unterwasser, sondern auch das Tagewasser aufnehmen. Wollte man dieses so, wie es vom Felde abfließt, hineinlaufen lassen, so würde es, sobald es mit einigem Gefälle oder in Masse zuströmt, viel Sand und Schlick in den Brunnen hineinspülen, dieser aber dann unfehlbar sehr bald Veranlassung zur Verstopfung des Hauptdrains werden, denn dieser Gefahr sind alle oben offenen Röhrenleitungen in hohem Grade ausgesetzt. Das Wasser muß also möglichst gereinigt werden, ehe es in den Hauptdrain eintritt. Ein Sieb vor der Einflußöffnung desselben ist zweckmäßig, dient aber nur, längere Gegenstände, wie Stroh, Strauch und dergl. mehr, zurückzuhalten, aber nicht die vom Wasser mitgeschwemmte Erde. Dazu muß das Filter feiner sein, und es reicht dazu kaum etwas anderes aus, als organische Stoffe, z. B. Stroh, mit welchem der Brunnen ausgefüllt werden muß. Da aber das Stroh leicht vergänglich ist, und verfault den Zugang zur Röhre erst recht versperren würde, so muß dasselbe oft genug, wenigstens jeden Herbst, erneuert, und wenn das alte fest zusammengesackt ist, der Brunnen von allem, was darin ist, gereinigt werden. Unmittelbar auf den Boden kann dann erst eine 1 ½ bis 2 Fuß dicke Lage von kleinen Steinen und auf diese das Stroh gelegt werden. Im Sommer, oder wenn das alte Stroh herausgenommen, doch neues noch nicht hineingelegt ist, muß zum Schutze ein dichtschließender Deckel aufgelegt werden.

Daß solche Anlagen neben größern Anlagekosten auch noch mehr Aufsicht erfordern als andere, liegt auf der flachen Hand, aber es bleibt kein anderes Mittel übrig, was eben so helfen könnte. Deshalb darf derjenige, welcher das Eine will, das Andere nicht lassen.

§ 26. Muffeln und doppelte Röhren.

Die Furcht vor dem Verstopfen der Röhren ist eines der stärksten Motive gegen das Drainiren. Aus bloßer Furcht davor sind schon eine Menge der verschiedensten Maßregeln angewendet und empfohlen worden. Aber auch andere Ursachen wirken noch bei solchen Empfehlungen mit. Mancher Landmann möchte in seinem Kreise sich gern einen Namen machen, eine gewisse Berühmtheit, das Ansehen

eines recht praktischen, tüchtigen Wirthes erringen. Darum muß irgend eine Verbesserung, wo möglich an einer noch nicht allgemein bekannten Sache erfunden werden, etwas, das in die Augen fällt, und wovon gesprochen wird, wenn es sich später auch nicht bewährt, denn später ist's wieder vergessen. Das ist wie in England, so auch hier und überall gleich. Dieses Denken auf Verbesserungen ist an und für sich gewiß sehr lobenswerth und gut. Allein die Eile, mit der solche neue Einrichtungen veröffentlicht und angerathen werden, sieht aus, wie heimliche Angst, es könne irgend ein Anderer noch zuvor kommen. Vereinigt sich damit dann gar noch Unbekanntschaft mit dem, was anderwärts, vielleicht gar schon besser, vorhanden ist, Unbewandertheit in den dahin einschlagenden Wissenschaften, ist man angewiesen nur auf empirisches Probiren, welches fast immer erst nach sehr langer Zeit und Mühe auf den rechten Weg bringt, so wird es erklärlich, warum so sehr viel unreife Sachen zu Markt gebracht werden, die mit einem Scheine von praktischer Ausführbarkeit umgeben, in die Welt geschickt, zur Nachahmung verführen. Aus den Nachahmern werden Freunde und Gegner. Eine endlose Reihe von einander widersprechenden (sogenannten) Erfahrungen wird für und gegen die Sache beigebracht, und eine Quelle fortwährenden Streites ist durch eine Sache eröffnet, welche kaum der Rede werth ist. Leider geht es in der Landwirthschaft gar häufig so. Zwar fördert der Streit die Wahrheit im Ganzen, aber Einzelnen kostet das Nachahmen so verkehrter Sachen doch oft gar zu viel Geld, welches besser hätte verwendet werden können. Hierher gehören auch die Muffeln und Brunnenstuben. Die Muffeln sind kurze, nur 3 Zoll lange thönerne Röhren, welche auf die eigentlichen Röhren der Drains so aufgestreift werden, daß sie die Fugen zwischen je 2 derselben bedecken. Sie sollen das Eindringen fremder Körper in diese Fugen verhüten. Sie müßten das auch unzweifelhaft thun, wenn der Druck, welcher die fremden Körper in die Fugen hineintreibt, nur senkrecht, und von oben her wirkte, denn in dieser Richtung decken sie die Fuge vollständig, und da man sie von dieser Seite her gewöhnlich nur ansieht, wenn sie im Graben liegen, so meint man darum auch, sie erfüllten ihren Zweck. Betrachtet man die Verbindung aber von der Seite, so giebt das ein ganz anderes Bild.

Die Muffeln müssen sich leicht auf die Röhren aufstreifen lassen, sonst wird nicht allein die Arbeit des Legens dadurch aufgehalten,

sondern die erstern gehen durch den Druck der hineingepreßten Röhre entzwei, sie platzen auf. Es muß also, wenn sie ineinander gesteckt werden sollen, rund herum ein gewisser Spielraum bleiben. Wenn nun Röhren und Muffeln auf die feste Grabensohle gelegt werden, so legen sich die hohl liegenden Röhren an beiden Enden unten fest in die Muffeln hinein, und der ganze Spielraum, der zwischen beiden war, ist nun oben Tab. IV. Fig. 28a über den Röhren. Ueberdies sind die Röhren ebenso selten ganz rund, als die Muffeln. Diese Unregelmäßigkeit der Form macht jenen Zwischenraum noch viel größer und für eine solide Röhrenlegung immer zu groß.

Wie die Stoßfuge zwischen den beiden in Eine Muffel von beiden Seiten eingesteckten Röhren ausfällt, kann zwar Niemand sehen, allein es ist zu vermuthen, oder vielmehr mit Sicherheit zu behaupten, daß sie nichts taugen werde, denn, macht es schon Mühe, die frei im Graben liegenden Röhren an einander zu passen, wobei die Längenrichtung derselben willkürlich ist, so wird es in den Muffeln beinahe unmöglich, weil durch dieselben die Richtung jener bedingt wird. Die schlechte Fuge kann deshalb auch niemals verbessert werden. Endlich meint man auch, es brauche nicht darauf geachtet zu werden, da die Muffeln an und für sich schon schützen.

Es führt also eine zu großе Fuge a zwischen den Röhren und der Muffel oberhalb oder von den Seiten bis zu einer ebenfalls zu großen Stoßfuge zwischen den Röhren b und durch diese in das Innere der letzteren Fig. 28. Das Wasser drückt aber als flüssiger Körper nicht in einer bestimmten Richtung, nicht allein senkrecht von oben nach unten, sondern nach allen Seiten. Es muß auch von der Seite her in jene zu großen Fugen eindringen, und zwar um so mehr, je stärker der Zufluß und je höher der Wasserstand im Boden über den Röhren ist. Damit steht aber auch die Kraft im Verhältniß, welche den Sand durch diese Fugen unfehlbar hindurch, und in den Drain hineintreibt. Durch die Anwendung der Muffeln wird daher eine Gefahr herbeigeführt, gegen welche diese Vorrichtung eigentlich schützen sollte.

Außerdem haben die Muffeln den Nachtheil, daß die zwischen denselben hohl liegenden Röhren durch einen ungleichmäßigen Druck von oben leicht zerbrochen werden können.

Die Erfahrung hat die Unzweckmäßigkeit der Muffeln bereits vielfach dargethan und bewiesen, daß sie gegen das Versanden der

Drains nicht schützen, sondern daß durch deren Anwendung nur unnöthige Kosten verursacht werden.

Besser noch sind die Gropp'schen Platten von ungebranntem Thon, welche derselbe um die Stoßfuge umschlagen läßt, wenn die Röhren auf seinem Legehaken aufgestreift sind. Sie sind da sogar nothwendiges Bedürfniß und es werden die schlechten Fugen dadurch wirklich einigermaßen gedeckt. Die 6te oder 7te Fuge, welche bei dem Aneinandersetzen der einzelnen Hakenfüllungen entsteht, bleibt aber trotz dem fehlerhaft. Uebrigens wird auch durch diese das Drainiren insofern unnöthiger Weise vertheuert, als sie bei einem zweckmäßigeren Verfahren vollständig entbehrlich werden.

Da man die Unzulänglichkeit der Muffeln erkannte, hat man zu demselben Zwecke, anstatt derselben, sogar schon ganze Röhren angewendet, also einen Röhrenstrang in den andern hineingesteckt, so, daß die einzelnen Röhren einen Verband bilden. Aber auch hierbei entstehen in derselben Art zu große Fugen, wie bei Anwendung von Muffeln, ebensowohl, weil die äußeren Röhren ebenfalls bedeutend weiter sein müssen, als die inneren, damit auch die krummen sich in einander schieben lassen, als auch, weil die Richtung der Röhren nicht nach deren Form gewählt werden kann, wie sie gerade paßt, sondern weil dieselbe durch beide, die innern und äußern, gegenseitig bedingt wird. Es gilt also auch davon ganz dasselbe, was gegen die Muffeln angeführt wurde. Versuche haben dieses bestätigt, und bewiesen, daß durch solche doppelte Röhren die Kosten zwar mehr als verdoppelt werden, aber die gewünschte Sicherheit gegen Verstopfungen durchaus nicht erzielt wird.

Nicht viel anders verhält es sich aus denselben Gründen mit den getrichterten Röhren, obgleich dieselben, da die Trichterung im halb trockenen Zustande der Röhren geschieht, wo nach dieser Arbeit die letzteren sich nicht mehr so sehr verziehen, etwas besser sind. Ich halte deshalb die Arbeit des Trichterns ebenfalls für überflüssig. Sie vertheuert den Preis der Röhren nicht unbedeutend.

§ 27. Brunnenstuben.

Eine andere, ihrer Kostbarkeit wegen zwar seltenere, aber ebenfalls gefährliche Spielerei sind die sogenannten Brunnenstuben. Sie bestehen in einer ausgemauerten Grube, in die auf einer oder mehrern Seiten Saug- oder Sammeldrains einmünden und auf einer andern,

etwas niedriger anfangend, weiter geführt werden. Sie haben also eine ähnliche Einrichtung, wie die oben § 25 beschriebenen Brunnen. Sie sollen dazu dienen, an dem Ausfluß eines jeden darin ausmündenden Drains sehen und beobachten zu können, ob derselbe auch verstopft sei. Eine jede wirkliche oder scheinbare Verstopfung braucht sich aber nicht mehr am Ausfluß zu zeigen, wobei man überdies gar nicht einmal erfährt, wo sie liegt (es kann sogar ein Drain verstopft sein, und am Ende doch Wasser abführen); es ist dagegen die Stelle auf andere Weise deutlich zu sehen, selbst zu fühlen, wenn eine solche irgendwo eingetreten ist. Schon von weitem wird sie dem Auge an allen den Merkmalen kenntlich, woran man nasse Stellen im Acker überhaupt erkennt, und man braucht nur darüber fortzugehen, um an dem tiefen Einsinken in den von unten herauf erweichten Boden, auf dem man unter Umständen sogar liegen bleiben kann, zu fühlen, wenn ein Drain, und wo er seine Schuldigkeit nicht thut. Manchmal sprudelt das Wasser, wie eine Quelle, auf der Oberfläche des Ackers hervor, und wühlt tiefe Löcher in den Boden aus. Der Nutzen der Brunnenstuben ist daher immer nur ein eingebildeter. Sie haben nebenbei auch noch eine gefährliche Seite.

Sollte trotz der engen Fugen etwas feiner Sand in die Röhren eindringen, so wird er durch die Geschwindigkeit des darin fließenden Wassers mit fortgespült, und zwar bis an das Ende der Röhren, sie mögen in einen offenen Graben oder in eine Brunnenstube ausmünden. Durch die letztere muß das Wasser hindurch fließen, um zum Hauptdrain zu legen.

Während es nun in der zuführenden Röhre nur ein schmales und passendes Profil hatte, bietet sich ihm hier ein anderes größeres von einigen Fuß Breite dar. Dort war die eben durch Profil und Gefälle bedingte Geschwindigkeit eine ziemlich bedeutende und groß genug, den Sand fortzuschwemmen; hier kann sie der Größe des Querprofils wegen nur eine sehr geringe sein. Darum verliert aber auch das Wasser hier die Kraft, den Sand weiter mit fortzunehmen, und die natürliche Folge ist, daß sich derselbe in der Brunnenstube ablagert. Ist dieselbe dann tiefer, als der ableitende Drain, so findet der abgelagerte Sand so lange einen Platz, an dem seine Anhäufung nichts schadet, bis dieser Raum gefüllt ist, so lange er also immer zur rechten Zeit wieder herausgeworfen wird. Aber das geschieht in der Regel nur, wenn die Sache noch etwas neues ist. Ist dann längere

Zeit hindurch nichts außergewöhnliches vorgekommen, so wird man sicherer und — nachlässiger. Andere wichtige Arbeiten kommen in die Quere, man versäumt oder vergißt die rechtzeitige Räumung, der Sand häuft sich in der Brunnenstube an, gleicht den Raum zwischen dem einmündenden und dem abführenden Hauptdrain-Rohr aus, dringt dann von oben in das letztere ein, und wird, wie das bei allen oben offenen Röhren Statt findet, sicher einmal Veranlassung zur Verstopfung.

Auch dürfen dergleichen Brunnenstuben oben nicht offen bleiben, weil nicht allein allerhand Unfug dabei getrieben, und Steine, Kraut, Holz und dergl. mehr hineingeworfen wird (Verfasser hat das selbst in verdeckten Brunnenstuben angetroffen), sondern weil auch das Zugvieh bei der Bestellung u. s. w., das Vieh auf der Weide in Gefahr ist, hineinzustürzen und sich zu beschädigen, und weil das hineinfließende Tagewasser Erde und dergl. mit hineintreiben kann. Aber auch zugedeckt hindern sie immer noch bei der Bestellung. Kurz von der Anlage solcher Brunnenstuben ist da, wo sie nicht zu vermeiden sind (s. § 25), ebenso entschieden abzurathen, als von der Anwendung der Muffeln.

§ 28. Wasserfurchen.

Vielfach wird gefragt und daran gezweifelt, ob auch die Wasserfurchen auf drainirtem Lande wohl entbehrlich werden? Der durch zweckmäßig angelegte Drains entwässerte Boden verhält sich in dieser Beziehung dem von Natur warmen ganz ähnlich. Da, wo auf diesem Wasserfurchen nothwendig sind, z. B. zum Ableiten von Tagewasser, welches beim Aufthauen des Schnees oder bei heftigen Regengüssen nicht so schnell versinken kann, als es zufließt u. s. w., oder in kleinen ganz flachen Kavitäten stehen bleiben könnte, da sind sie auch auf drainirtem Lande nothwendig. Sie erhalten dann aber einen ganz andern Zweck, als früher, und werden deshalb auch nur an einzelnen Stellen und in weit geringerer Ausdehnung aufgezogen zu werden brauchen.

Dieses gilt aber nur von einer Drainage, die wenigstens schon 1 Jahr alt ist. Auf eben erst drainirtem Lande darf man die Wasserfurchen auch an solchen einzelnen Stellen nur mit sehr großer Vorsicht und in sehr geringer Zahl machen, und zwar muß man um so vorsichtiger sein, je mehr Gefälle die Oberfläche des Bodens hat, und thut am besten daran, sie ganz wegzulassen. Ist nämlich die Be-

stellung eines solchen neudrainirten Ackers fertig, und derselbe besät, so sind die kleinen über den Drains zusammengeschippten Wälle verschwunden. Der Boden ist durch das Pflügen und Eggen ganz glatt und eben geworden. Bei später eintretendem und anhaltendem Regenwetter sackt dann die lockere Erde in den Draingräben zusammen, und aus der frühern Erhöhung ist eine Mulde geworden. Wird nun das Wasser durch Wasserfurchen, welche kurz nach der Saat, also in dem ebenen Boden aufgezogen, ausgeschippt und abgeharkt worden sind, konzentrirt, so läuft es in denselben nicht nach den bestimmten Punkten hin und ab, sondern ergießt sich in die mittlerweile gesunkenen Draingräben. Da ist aber der Boden gerade am losesten und wird deshalb von dem darüber fortfließenden Wasser leicht fortgeschwemmt (wenn die Drains viel Gefälle haben, zuweilen bis auf die Röhren) oder dasselbe dringt, wenn unten in den Gräben die Erde noch hohl liegt, direkt nach unten hindurch, und zerstört die Röhrenleitung. Verfasser hat gesehen, daß die im Herbst gemachten Wasserfurchen vor allen Drainlinien abgestaut werden mußten, um größeres Unheil zu verhüten, weil der zuletzt erwähnte Fall eingetreten war; er kann aber auch Belege für den ersten beibringen.

Die Bestellung in schmalen oder breiten Rücken wird durch das Drainiren ganz entbehrlich.

Noch in diesem Jahre ist auf einem Gute die Fläche von 110 Morgen des schwersten, aber früher sehr nassen Bodens, auf der sämmtliche offene Gräben zugemacht worden, trotz ihres geringen Gefälles ohne irgend eine Wasserfurche bestellt, und der Weizen darauf steht durchaus gleichmäßig und ganz vorzüglich.

Dritter Abschnitt.

Fabrikation der Röhren.

§ 29. Vorbereitung des Thons.

Ein jeder Thon, welcher gute Dachsteine liefert, paßt auch zur Anfertigung von Drainröhren. Nur für ein Vorurtheil kann die Meinung gehalten werden, daß derselbe keinen Kalk enthalten dürfe.

Die englische Ziegelerde enthält vielfach kohlensauren Kalk und giebt ganz vortreffliche Röhren, und in guten und renommirten Ziegeleien in England und auch in unsern Gegenden setzt man, um recht gute Dachsteine zu erhalten, den Kalk dem Ziegelgut sogar künstlich zu, wenn dasselbe ganz frei davon ist. Fein vertheilt in der Masse, befördert er im Feuer das Zusammensintern, den Anfang des Schmelzens, und trägt wesentlich zur Haltbarkeit der gebrannten Thonwaaren bei, vorausgesetzt, daß der Brand scharf genug ist, den kohlensauren Kalk vollständig in kieselsauren umzuwandeln. Hiergegen wird aber in gewöhnlichen Ziegeleien sehr oft gesündigt. Dann folgt allerdings die Strafe auf dem Fuß. Kommt noch hinzu, daß die Mischung nicht innig genug war, so schilbern die Steine, und zerfallen in kurzer Zeit. Nur in Stücken und Klümperchen darf der Kalk niemals in der Ziegelerde vorkommen. Werden diese mit gebrannt, so zersprengen sie die Steine nachher jedesmal. Sogar die darin enthaltenen, sogenannten Thonknippel, feste Stückchen Thon von anderer, gewöhnlich feinerer und dichterer Zusammensetzung, als die umgebende Erde und von beinahe krystallinischer Form, schaden der Homogeneität der Masse. Besonders aber sind für die Fabrikation der Röhren eingemengte Steine nachtheilig.

Zu magere Erde ist für die Röhrenfabrikation zu wenig plastisch, und macht die Röhren bei der Schwäche der Wandungen zu wenig widerstandsfähig gegen äußeren Druck. Es fragt sich auch noch, ob und wie lange sich die daraus gebrannten Röhren in dem nassen Boden halten werden. Bis diese Frage entschieden ist, wird man jedenfalls besser thun, durchaus vorzügliches Material zu verwenden. Der Unterschied in den Kosten ist nur ein unbedeutender, der Schaden kann möglicher Weise aber ein sehr großer sein. Ueberhaupt ist es rathsam, für kleine Anlagen und bei dem Mangel an passender, guter Erde die Röhren nicht selbst zu machen, sondern sie da zu kaufen, wo die letztere vorhanden ist, und die Röhren gut gearbeitet werden.

Nur dadurch wird es möglich, daß sich einige Fabrikanten ganz besonders mit diesem Zweige der Ziegelei beschäftigen, das Geschäft im Großen betreiben, es darin zu einer wünschenswerthen Vollkommenheit bringen und dennoch billige Preise stellen können. Das Röhrenmachen sieht, wenn die Röhren ganz tadelfrei werden sollen, viel leichter aus, als es wirklich ist, und Verfasser

hat überall im Anfange der Arbeit noch immer bedeutend Lehrgeld zahlen sehen.

Zu fetter Thon ist schwierig zu bearbeiten, die davon gepreßten Röhren ziehen sich beim Trocknen schwer, werden zu leicht krumm, schwinden und reißen. Durch Beimischung von Sand oder dergleichen muß ein solcher Thon erst magerer gemacht werden, ehe er zu Röhren tauglich wird.

Aller Thon, welcher zur Röhrenfabrikation gebraucht werden soll, bedarf einer viel sorgfältigeren Vorbereitung, als die gewöhnliche Ziegelerde, wenn das Geschäft vorwärts gehen soll. Je aufmerksamer derselbe durchgearbeitet, je homogener dessen Mischung geworden, je reiner er von Steinen oder den darin oft vorkommenden Thonknippeln ist, desto besser geht das Pressen von Statten, vorausgesetzt, daß er auch die dazu nöthige Steifigkeit besitzt. Keine Arbeit wird besser bezahlt, als die einer gründlichen Durcharbeitung des Thons. Zu weicher, von Steinen, Knippeln und vegetabilischen Körpern (Wurzelfasern, Holz) nicht gereinigter Thon giebt Veranlassung zu sehr bedeutendem Verlust, während dieser fast verschwindet, sobald alles gehörig vorbereitet ist. Hierauf muß ein Jeder, der Röhren machen lassen will, ganz besonders aufmerksam gemacht werden.

1. Auswerfen vor Winter.

Deshalb muß jeder Thon vor Anfang des Winters ausgeworfen, und in 1—1 1/2 Fuß hohen Haufen ausgebreitet werden, damit er tüchtig durchfriere. Durch den Frost dehnen sich die darin enthaltenen Wassertheilchen aus, und zersprengen die zusammenhängenden größeren Stücke. Die erste Zertheilung geschieht auf diese Weise am besten und leichtesten. Sie wird durch wiederholtes Umstechen der Haufen noch mehr befördert. In diesen bleibt der Thon dann bis zum Frühjahr liegen, bis die Fabrikation der Röhren beginnt.

2. Schlämmen.

Soll sehr magerer Thon oder mit Steinen und kleinen Kalkstücken untermengter Thon zu Drainröhren verarbeitet werden, so bleibt nichts übrig, als ihn zu schlämmen, und auf diese Weise die magernden Körper, die nachtheiligen Kalkstückchen und Steine zu entfernen, ihn dadurch fetter und homogener zu machen. Das

Schlämmen vertheuert aber die Arbeit nicht unbedeutend. Daher ist zu überlegen, ob man durch, wenngleich weitere, Anfuhre besserer Ziegelerde, oder durch Ankaufen der Röhren nicht besser und billiger fortkommt.

Das Verfahren beim Schlämmen ist im Allgemeinen folgendes. Der Lehm rc. wird mit so viel Wasser aufgerührt, daß er flüssig wird. Die gröbsten Theile, Steine u. s. w. sinken schon bei dieser Arbeit sofort zu Boden. Sollten dennoch einige derselben beim Abfließen der aufgerührten Masse mit fortgerissen werden, so bleiben sie vor einem Siebe liegen, welches vor der Abflußöffnung angebracht ist. Durch dieses Sieb fließt der Lehm entweder noch in einen zweiten, dem ersteren ähnlichen Behälter, worin er noch einmal aufgerührt und durch ein feineres Sieb gelassen wird, oder auch sogleich in eine Grube. Es richtet sich dieses nach der Beschaffenheit der beigemengten Körper, deren Entfernung beabsichtigt wird. In dieser Grube senkt sich der Sand nach unten, und über demselben lagert sich der feinere, länger im Wasser schwimmende Thon ab. Endlich wird das darüber stehengebliebene Wasser aus der Grube abgelassen. Die übrige im Thon zurückbleibende Nässe muß so weit verdunsten, daß der Thon die nöthige Steifigkeit zum weiteren Verarbeiten bekommt.

Am meisten Schwierigkeiten macht hierbei das Aufrühren des Lehmes im Wasser. Es geschieht dies daher auch auf sehr verschiedene Weise, je nachdem der Betrieb groß oder klein ist, oder die Erde eine mehr oder weniger sorgfältige Bearbeitung nothwendig macht. Bei kleinem Betriebe genügt Handarbeit. Ein Paar Leute rühren mit Hacken in einem flachen 1½ bis 2 Fuß hohen runden, 8—10 Fuß im Durchmesser haltenden hölzernen Bottich den Lehm mit dem Wasser auf. An diesem Bottich ist das Sieb angebracht. Bleibt die Masse dann noch zu mager, so wird sie in einem zweiten Bottich aufgefangen und noch einmal so behandelt, wie zuerst, dann durch ein noch feineres Sieb in eine Rinne und durch diese in eine Grube gelassen.

Für größeren Betrieb reicht dieses indeß nicht hin. Die folgende Schlämmmaschine, welche durch Pferdekraft in Bewegung gesetzt wird, leistet mehr. In einem dichten muldenartigen Troge a b, Tab. V. Fig. 5 a und b, von 7 bis 8 Fuß Länge, 3½ Fuß lichter Breite und 4 Fuß Tiefe, welcher auf einem festen Fundament eingemauert ist, liegt eine horizontale Welle c c, an der einige 20 Däume befestigt

sind, dd. Die Spitze dieser Däume bleibt 3 bis 4 Zoll von der innern Wand des Troges entfernt. Die eine Seitenfläche derselben kann etwas schräg und so gearbeitet sein, daß dadurch die aufgerührte Masse gleichzeitig nach der Seite des Abflusses vorwärts geschoben wird. An dieser Seite des Abflusses ist das Sieb e angebracht, durch welches die Masse hindurch muß. An der entgegengesetzten Seite wird der Lehm eingeworfen und das Wasser zugeleitet. Die abfließende Masse tritt durch das Sieb in einen kleinern Raum von 6 Fuß im □, g, und durch ein zweites feineres Sieb auf die Rinne, welche sie in die Thonbehälter leitet. Mit dieser Maschine können in Einem Tage 1 ½ Schachtruthen Thon geschlämmt werden, aus denen sich 13,000 bis 14,000 Stück 1 zöllige Röhren machen lassen.

In etwas kleineren Dimensionen läßt sich dieselbe auch für Menschenkraft einrichten. Ein an der liegenden Welle bei b angebrachter Drehling wird durch ein eingreifendes Stirnrad und dieses durch eine Kurbel in Bewegung gesetzt, von der womöglich gleich eine Leitstange zur Pumpe geht, und pumpt. Einer von den dabei beschäftigten Leuten muß dann noch nebenher das Einwerfen des Thons besorgen.

Bei einer gehörigen Schlämmeinrichtung ist natürlicher Weise der Apparat so hoch zu stellen, daß die geschlämmte Masse bis nach den Thonbehältern genügendes Gefälle hat.

Diese Thonbehälter müssen mindestens einen Fuß über dem Boden erhöht sein, damit das Wasser, welches, nachdem die Masse gesackt, darüber stehen bleibt, durch Oeffnungen in einer der Seitenwände abgelassen werden kann. Man legt gern mehrere solcher Thonbehälter an und macht jeden davon p. p. 16 Fuß im Quadrat. Die Wände derselben fallen zu sehr nach, wenn sie nicht durch eine Ausbohlung, oder besser durch Mauern gehalten werden.

Man kann zwar den Thon noch auf andere Weise und mit andern Vorrichtungen schlämmen, allein dieselben können wohl hier übergangen werden, da die oben beschriebene für die Drainröhrenfabrikation, zu der lange nicht so viel Thon gebraucht wird, als zu Steinen, vollständig ausreicht.

Das Schlämmen geschieht am besten im Spätherbst, so daß die Erde bis zum Frühjahr in den Thonbehältern liegen bleiben kann, oder im Frühjahr. Im Spätsommer und Herbst, wenn Regenwetter eintritt, und die Verdunstung schwächer wird, bleibt der

Thon häufig zur Fabrikation der Röhren zu weich. Bei der Arbeit darf man weder zu wenig, noch zu viel Wasser zugeben. Bei Hinzuthun von zu wenig Wasser, bleibt die Masse zu dickflüssig, und nimmt in diesem Zustande manches mit hinfort, was eigentlich zurückbleiben muß. Sie geht auch zu schlecht durch die Siebe. Zu viel Wasser schadet zwar weniger, allein das Pumpen desselben ist eine unnütze Kraftverschwendung.

3. Thonschneider.

Wenn im Frühjahr mit der Fabrikation begonnen werden soll, wird der Thon, nachdem er mit wenigem Wasser eingesumpft ist, um demselben einen gleichmäßigen und gehörigen Feuchtigkeitsgrad zu geben, auf den Thonschneider (die Messermühle) gebracht.

Die in unsern Ziegeleien zur Vorbereitung der Erde zu Mauer- und Dachsteinen gewöhnlichen, mit Einem Pferde betriebenen Thonschneider halten es nicht aus, wenn damit der Thon zu den Drainröhren so gearbeitet werden soll, wie es geschehen muß. Wollte man, wenn Ein Pferd nicht im Stande ist, ihn dauernd in Bewegung zu setzen, auch zwei und mehrere anspannen, so würden doch sehr bald die Messer abbrechen, oder die Welle entzwei gehen. Der Thon muß viel steifer gemahlen werden, als zu den Steinen, weil es hierdurch allein möglich wird, die in manchem enthaltenen Thonknippel zu zerdrücken und so der Masse die erforderliche Homogenität zu schaffen, welche zur Verhütung großer Verluste bei der späteren Bearbeitung durchaus nothwendig ist.

Auch die englischen Thonschneider passen für unsere Verhältnisse nicht ganz. Sie genügen in England nur, weil der dortige, der secundären Gebirgsformation angehörige Thon schon von Natur viel gleichförmiger ist, und keiner so innigen Mischung mehr bedarf, als der des Diluviums. Derselbe wird übrigens auch dort höchst steif verarbeitet, und zum Betriebe des Thonschneiders zwar nur ein Pferd, aber eins von den dort gewöhnlichen großen Karrenpferden, angespannt.

Die Thonschneider zur Vorbereitung unseres Thones müssen deshalb in der Regel noch mehr leisten können, als die zuletzt erwähnten. Es mag daher hier die Beschreibung eines hiesigen Thonschneiders folgen, welcher ganz vortreffliche Arbeit liefert und mit 2 starken, oder 3 schwächern Arbeitspferden betrieben wird.

Derselbe besteht Tab. V. Fig. 6 aus einem hölzernen (oder eisernen) nach unten zu engeren Gefäße von 5 Fuß Höhe und oben 2 Fuß 8 Zoll, unten 2 Fuß lichtem Durchmesser, a. a. In der Mitte geht eine senkrecht stehende eiserne Welle b (von Gußeisen und hohl) im Ganzen 9 Fuß 8 Zoll lang und 5 Zoll im Durchmesser stark unten auf einem 1 3/4 Zoll starken Dorn von Stahl, oben in einem Halsband.

An dieser Welle sind 30 Messer von Eisen ccc 3 Zoll breit, 13 bis 9 Zoll lang und 1/2 Zoll stark so befestigt, daß sie in Form einer doppelten oder dreifachen Schraube um dieselbe herumstehen. Die untersten 4 Messer sind an einem um die Welle herumgelegten Ringe befestigt, die obern sind mit einem 1 Zoll starken viereckigen Schaft durch die Welle hindurch gesteckt und werden hinten fest angeschroben. Die obersten bilden mit einer Horizontalebene einen Winkel von 25—45 Grad. Je weiter nach unten, desto mehr sind sie auf den Druck gestellt, so daß die untersten damit einen Winkel von 60 Grad bilden. Die bei den englischen Thonschneidern auf den an der Welle befestigten Messern noch angebrachten kleinen Quermesser sind hier durch die viel größere Zahl jener vertreten und daher bei diesem nicht nöthig. Sie nutzen überdies wenig und erschweren nur die Arbeit. Oben ist an der stehenden Welle ein querüberliegender Baum dd befestigt, an dem die Pferde angespannt werden, und durch den die Welle mit den Messern in Bewegung gesetzt wird. Die Länge desselben von dem Mittel der Welle bis zum Zugpunkt beträgt 18 Fuß. Unten kommt durch eine Oeffnung von 10 Zoll Breite und Höhe e zunächst dem Boden des ganzen Apparates der fertige Thon heraus.

Der hervorgeschobene Thon wird stückweis mit einem Drahte abgeschnitten, und mit den Händen auf eine Karre gelegt, um zur Maschine zum Pressen gebracht zu werden.

Um den Thonschneider herum liegen die Sumpfkuten, welche mit Bohlenwänden versehen und durch dahinter und dazwischen gestampften Thon wasserdicht gemacht sind.

Auf einem solchen Thonschneider wird auch der fette Thon mit Sand gehörig gemischt.

4. Reinigung von Steinen.

Aber selbst durch den Thonschneider allein kann der vorhin nicht geschlämmte Thon nicht genügend vorbereitet werden, wenn er eine Menge kleiner Steine enthält, welche stärker sind, als die Wandungen

der daraus zu fertigenden Röhren. Schon vorher ist die Rede davon gewesen, daß diese darin sehr nachtheilig sind. Sie setzen sich nämlich beim Pressen vor der Oeffnung der Form fest und die Röhren kommen dann aufgerissen heraus. Das verursacht aber nicht allein einen bedeutenden Verlust an Röhren, sondern einen noch viel größeren an Zeit. Nun muß erst versucht werden, ob sich der Stein nicht von außen her mit einem Haken zertrümmern oder herausziehen läßt. Wenn das nicht geht, muß die Form vorn abgenommen, zuerst der anklebende, fest zusammengepreßte Thon und dann der Stein entfernt, und die Form wieder vorgemacht und befestigt werden. Der Theil der Röhren, welcher unmittelbar vor der Form saß, ist bei dem Abnehmen derselben ruinirt. Kommen solche Steine, sogar nur härtere Thonknippel, welche vom Thonschneider nicht zerdrückt worden, Wurzeln u. s. w. im Thone öfters vor, so muß derselbe, ehe er zu Röhren gepreßt werden kann, davon gereinigt werden. Zu diesem Entsteinen wendete man bisher das Clayton'sche Sieb an, eine starke eiserne Platte, durch welche so viel runde Löcher hindurch gebohrt sind, als nur der Haltbarkeit derselben unbeschadet darin Platz finden. Der Durchmesser dieser Löcher ist um eine Kleinigkeit kleiner, als die Wandstärke der daraus zu pressenden Röhren. Für größere Röhren mit stärkeren Wänden können daher Platten mit größer gebohrten Löchern angewendet werden. Dadurch wird, da der Thon durch die letzteren leichter hindurch geht, an Kraft etwas gespart. Dieses Clayton'sche Sieb ist der Whitehead'schen Platte mit langen Spalten, aus der der Thon in Form breiter Bänder hervortritt, darum vorzuziehen, weil es davor sichert, daß auch platte, aber doch zu breite Steine mit hindurchgehen können. Das Sieb wird, statt der Form, vor einer Drainröhrenpresse befestigt, und nun der Thon ganz in der nämlichen Weise, wie später beim Anfertigen der Röhren hindurchgepreßt. Er tritt in Form langer Nudeln heraus, welche, nachdem der Kasten leer ist, von einem Arbeiter weggenommen und in größere Ballen fest zusammengeschlagen werden, während ein zweiter den Kasten wieder mit Thon anfüllt.

Das Pressen durch das Clayton'schen Sieb ist aber eine schwerere Arbeit, als das Röhrenpressen, und darum sind zwei Männer dazu erforderlich. Die Arbeit geht übrigens am besten mit der Clayton'schen Drainröhrenpresse, weil sich bei dieser das Sieb, von dem die davor sitzen gebliebenen Steine entfernt werden müssen, am leichtesten

abnehmen und durch ein anderes ersetzen läßt, so daß mit dem weiteren Pressen nicht gewartet zu werden braucht, bis die erste Platte gereinigt ist, sondern fast ohne Unterbrechung mit der Arbeit fortgefahren werden kann.

Besser als die Anwendung des Clayton'schen Siebes macht sich die Hartmann'sche Entsteinungsmaschine, welche nach Art der Drainröhrenpressen allein für diesen Zweck konstruirt ist, und aus 2 durchlöcherten Cylindern (ähnlich den doppelten Whitehead'schen Pressen) besteht, die abwechselnd mit Thon gefüllt und ausgepreßt werden, und aus denen der Thon nach allen Seiten hin ausweichen kann. Sie arbeitet viel leichter und schafft bedeutend mehr, als die Drainröhrenpresse mit vorgesetztem Clayton'schen Siebe.*)

§ 30. Pressen der Röhren.

Welcher von diesen verschiedenen Behandlungsweisen der Thon zu unterwerfen, richtet sich ganz nach der Beschaffenheit desselben. Aber er sollte niemals eher in die Röhrenpresse gebracht werden, bis er nicht allen den vorher namhaft gemachten Bedingungen vollständig entspricht. In dieser tüchtigen Vorbereitung liegt einzig und allein die Sicherheit des gehörigen Fortgangs der Arbeit beim Pressen.

1. Drainröhren-Pressen.

Das Pressen selbst geschieht mit verschiedenen Maschinen. Die Erfindung derselben und deren jetzige Konstruktion ist eine Englische. Nur einige kleine Handmaschinen, denen ähnlich, welche die Töpfer zum Pressen der Kachelrümpfe gebrauchen, sind in neuerer Zeit in unseren Gegenden angefertigt und ihrer Billigkeit wegen an manchen Orten angeschafft. Sie können hier aber ganz unbeachtet bleiben, nicht allein, weil damit nur die kleineren Sorten von Röhren angefertigt werden können, und zu den größeren doch noch andere Maschinen angeschafft werden müssen, sondern auch, weil sie in ihrer Leistungsfähigkeit weit hinter den andern zurückbleiben, nicht so gutes Fabrikat liefern, und deshalb bei allgemeinerem Vertrautsein mit der ganzen Fabrikation die Konkurrenz nicht aushalten können.

Die Englischen Maschinen sind bei dem Aufschwunge, den das Drainiren dort in den letzten Jahren genommen hat, ein Gegenstand

*) Die Hartmann'sche Entsteinungsmaschine ist in der Regenwalder Acker-werkzeug-Fabrik zu haben.

der größten und allgemeinsten Aufmerksamkeit geworden, weil eben nur durch die Anwendung derselben der Preis der gebrannten thönernen Röhren so fabelhaft billig gestellt werden, und in Folge dieser billigen Preise die Melioration den Umfang gewinnen konnte, in dem sie jetzt dort ausgeführt wird. Sie haben daher den Scharfsinn der Fabrikanten vielfach beschäftigt, und so sind deren sehr verschiedene entstanden, von denen sich die neuern durch Zweckmäßigkeit, tüchtige Arbeit und Eleganz vor den älteren auf das vortheilhafteste auszeichnen.

Nur in wenigen sehr großen Fabriken werden durch Dampf- oder mit Pferdekraft bewegte Drainröhrenpressen angewandt, und zwar in diesem Falle der größeren Leistungsfähigkeit wegen rotirende, welche mit Walzen oder Schrauben in Verbindung gebracht sind. Die Speisung derselben geschieht ununterbrochen an dem einen Ende, während die Röhren ebenso ununterbrochen auf dem andern hervortreten. Zu diesen gehört z. B. die Drainröhren-Presse von Randell und Saunders. Sie sind indessen schon für die gewöhnlichen Verhältnisse in England zu großartig, um so mehr also noch hier, wo die weniger gepflegten Kommunikationsmittel einen weiteren Transport zu kostbar und darum unmöglich machen, und wo das langsamere Vorgehen mit solchen Arbeiten auch die Anfertigung so großer Massen von Röhren (mit der vorerwähnten Maschine werden in einem Jahre mehrere Millionen gefertigt) nicht erfordert.

Bei dem weniger großartigen Betriebe sind die Maschinen in der Regel für Menschenkraft eingerichtet, und zwar so, daß, da die Geschwindigkeit der heraustretenden Röhren keine zu große sein darf, und da deshalb die Kraft durch doppelte Vorgelege sehr bedeutend verstärkt werden kann, fast bei allen Ein Mann an der Kurbel zum Pressen der Röhren genügt. Alle diese Maschinen beruhen auf einem und demselben Grundprincip. Sie alle haben einen Behälter, welcher, er mag aus einem viereckigen Kasten oder aus einem Cylinder bestehen, zur Aufnahme des Thons bestimmt ist. Die eine Seite dieses Behälters wird durch eine vorgesetzte beliebig zu verändernde Form, die andere jener gegenüberstehende durch einen beweglichen, dicht schließenden Stempel gebildet, welcher an einer hinreichend starken Zahnstange befestigt, durch ein Getriebe in Bewegung gesetzt werden kann. Bei dem Hineindrücken des Stempels in den gefüllten Behälter dringt der Thon so lange durch die Oeff-

nung der Form, natürlich mit deren Façon, ununterbrochen hervor, und schiebt sich auf dem davorstehenden Rollbett (einem Tisch, dessen Platte aus lauter neben einander liegenden um ihre Achse drehbaren Holzrollen besteht), so lange fort, bis der Behälter leer ist. Dann wird der Behälter geöffnet, der Stempel schnell zurückgezogen, der Kasten oder Cylinder von neuem mit Thon gefüllt, wieder geschlossen und dann erst wieder gepreßt. Unter der Zeit sind die Röhren mit eingespanntem feinen Draht in kurzen Enden abgeschnitten und fortgetragen.

Diese Maschinen liefern also keine ununterbrochene Arbeit. Beim Oeffnen und wieder Schließen des Kastens, beim Zurückziehen des Stempels ist ein gewisser Zeitverlust unvermeidlich.

Wird dieser Zeitverlust vermindert, so wird die Leistungsfähigkeit der Maschinen vermehrt. Das ist auch von den Englischen Fabrikanten ganz richtig anerkannt, und in dieser Richtung sind darum Verbesserungen mancherlei Art versucht. Daraus sind die zahlreichen Verschiedenheiten in der Konstruktion der Maschinen hervorgegangen. Als die besten werden in England zur Zeit die Clayton'sche und die Whitehead'sche anerkannt, und sind als solche auf den landwirthschaftlichen Schauen vielfach prämiirt worden.

Die Clayton'sche Maschine hat einen senkrecht stehenden runden Preßcylinder, dessen unterer Boden durch die Form und dessen Decke durch den an einer vertikalen Zahnstange befestigten Stempel gebildet wird. Es bildet also dieser Stempel gleichzeitig den Verschluß. Außer diesem ersten ist noch ein zweiter, jenem ganz gleicher Cylinder vorhanden. Beide sind mit eisernen Haspen an aufrechtstehenden eisernen Stangen befestigt, und um diese so drehbar, daß sie mittels einer sinnreichen mit einem Fuße beweglichen Hebelvorrichtung in die Höhe gehoben, von ihrem Platze unter dem Stempel, und von der darunter liegenden an derselben Stelle bleibenden Form ab- und fortgenommen und neben der Maschine auf zwei kleine Tische gestellt, von da aber auch auf ähnliche Weise wieder unter den Stempel gebracht werden können. Steht nun der eine Cylinder gefüllt auf dieser Stelle, so wird der Stempel durch ein Getriebe, welches in zwei Zahnstangen eingreift, hinabgedrückt. Diese Getriebe werden durch ein größeres Stirnrad an derselben Welle und dieses wieder durch ein kleineres Rad an der Kurbelwelle in Bewegung gesetzt. Ist nun der Cylinder leer gepreßt, so wird

von einem Arbeiter durch Ausrücken der Kurbelwelle ein anderes größeres Getriebe in die Zähne eines kleineren Stirnrades auf der andern Seite der Maschine hineingeschoben, und durch Drehung des letzteren der Stempel möglichst schnell aus dem Preßcylinder heraus- und in die Höhe gehoben, dann durch einen Tritt auf den Hebel von einem Andern der leere Preßcylinder von der Form abgenommen, mit den Händen an der Charnierstange herumgedreht und auf den kleinen Tisch gestellt, welcher an der Maschine passend angebracht ist, der andere während des Pressens auf einem zweiten ebenso angebrachten Tische (zwischen beiden steht der das Füllen besorgende Arbeiter) gefüllte Cylinder durch einen Tritt auf einen zweiten Hebel in die Höhe gehoben, und so herumgedreht, daß er unter dem Stempel steht. Eine querübergehende Eisenstange verhindert, daß er zu weit herumgedreht werden kann. Während dieser Zeit ist die Kurbelwelle wieder eingerückt, und das Pressen beginnt von neuem. Diese Verwechselung der Cylinder ist schneller gemacht, als beschrieben.

Die Röhren treten unten aus der den Boden des Preßcylinders bildenden Form heraus, und hängen senkrecht herab. Eigene Gaffeln mit kurzen Stielen und so viel Zinken, als Röhren neben einander herauskommen, werden ihnen entgegengehalten. Sie schieben sich da hinauf, und werden durch einen Draht, welcher zwischen zwei horizontalen Lagern bewegt wird, abgeschnitten, sobald sie lang genug sind. Es gehört allerdings einige Uebung und Geschicklichkeit dazu, dies Abschneiden so abzupassen, daß die Röhren gleich lang werden. Der Abnehmende sitzt vor der Maschine und legt die kleineren Röhren auf ein leicht transportables, einer Bank ähnliches Gestell von leichten Latten, welches neben ihn gestellt, sobald es mit 48 einzölligen Röhren belegt ist, fortgenommen und durch ein anderes ersetzt wird. Ist der Abnehmer sehr eingeübt, so geht das Pressen fast ohne Unterbrechung fort. Dieses senkrechte Hervortreten der größeren Röhren von 4 und mehreren Zollen Durchmesser, und das horizontale Abschneiden jeder einzelnen ist besonders zweckmäßig. Die unten auf den Fuß der Maschine aufgestützte Gaffel giebt das Maß für die Länge derselben. Es sind bei dieser Arbeit wenigstens 2 Gaffeln nöthig. Bei dem Umtausch derselben braucht indessen mit dem Pressen nicht inne gehalten zu werden. Der Abnehmer behält Zeit genug, mit der umgetauschten leeren in die während dessen schon etwas herausgetretene Röhre hineinzufahren.

Weil aber manche Sorten von gepreßten Sachen, z. B. hufeisenförmige Drainziegel, sich nicht gut senkrecht abnehmen lassen und auch bei kleinern 1 und 1 1/2zölligen Röhren sehr große Uebung und Geschicklichkeit dazu gehört, so hat Mstr. Clayton noch eine Vorrichtung angebracht, welche auch das horizontale Hervortreten der Röhren ꝛc. ermöglicht, und zu dem Ende einen Kasten von Gußeisen konstruirt, welcher oben offen, an der vordern Seite die verlangte, beliebig zu wechselnde Form trägt und statt der andern Formen unter dem Preßcylinder eingehängt wird. Bei diesem horizontalen Pressen schieben sich die Röhren auf einem genügend langen Rollbett vorwärts, bis der Cylinder leer ist, werden dann mit eingespanntem Draht in Stücke von gehöriger Länge geschnitten, und mit den entsprechenden Gaffeln abgenommen. Auch bei dieser Vorrichtung geht nur so viel Zeit verloren, als nöthig, die Cylinder zu wechseln und die Röhren abzuschneiden. Die Arbeit geht beinahe ununterbrochen fort.

Steht die Clayton'sche Maschine in ihrer Konstruktion fast allein da, so kann man die Whitehead'sche als die Spitze der übrigen ansehen, welche mit liegenden viereckigen Kasten arbeiten. Auch bei diesen bildet der an einer (hier horizontalen) Zahnstange befestigte Stempel die eine, die Form die gegenüberstehende und außerdem der Deckel die dritte bewegliche Seite des Kastens. Von den sechs Seiten desselben sind also nur 3 wirklich fest. Bei der bedeutenden Kraft, welche darauf (in dem plastischen Thon wirkt sie nach allen Seiten) wirkt, müssen diese daher besonders stark gearbeitet sein. Die horizontale Zahnstange wird durch eine ähnliche Vorrichtung bewegt, wie die der Clayton'schen Maschine. Es geht auch bei dieser, nachdem der Kasten gefüllt ist, das Pressen los. Der Stempel wird hineingetrieben, bis er bis zur vordern Form vorgeschoben und der Kasten leer ist. Dann wird der Deckel geöffnet, die Kurbelwelle ausgerückt, durch Zurückdrehen des großen Stirnrades die Zahnstange und damit der leergehende Stempel möglichst schnell zurückgeschoben. Nun ist der Kasten zur Aufnahme von frischem Thon wieder fertig. Derselbe wird hineingethan, festgeschlagen, damit die darin befindliche Luft möglichst entfernt werde, der Deckel zugeschlagen, festgemacht, die Kurbelwelle wieder eingerückt und von neuem gepreßt. Die Röhren treten auf der vordern Seite horizontal heraus und schieben sich auf dem Rollbett vorwärts, bis der Kasten wieder leer ist,

werden dann ebenfalls durch Draht abgeschnitten, und mit entsprechenden Gaffeln abgetragen.

Zunächst gab der Zeitverlust beim Zurückschieben der Zahnstange und des Stempels Veranlassung, die Maschine so einzurichten, daß an beiden Enden Kasten, und an den beiden Enden einer und derselben Zahnstange Stempel angebracht wurden, so daß also beim Vorgehen derselben der eine, beim Zurückgehen der andere Kasten ausgepreßt werden kann. Unverkennbar muß dadurch die Gesammtleistung der Maschine gewinnen, allein trotz der nöthigen doppelten Arbeitskraft kann sie nicht das Doppelte an Arbeit schaffen, weil der zweite Kasten immer erst dann ganz offen ist, und wieder ganz gefüllt werden kann, wenn der erste vollkommen leer ist, weil also die Füllung des zweiten nicht während der Zeit geschehen kann, wo der erste verarbeitet wird, sondern erst etwas später. Zwei einfache Maschinen können mit derselben Arbeitskraft unstreitig mehr liefern.

Die Whitehead'sche Maschine hat vor allen ähnlichen in Beziehung auf Anordnung und Einrichtung und proportionale Stärke der einzelnen Theile, auch Tüchtigkeit der Arbeit so bedeutende Vorzüge, daß sie für eine der besten Maschinen anerkannt werden muß, doch hat wieder die Clayton'sche manches vor derselben voraus.

Die Clayton'sche Maschine paßt z. B. aus den schon oben, im vorigen § 29, 4 angegebenen Gründen besser zum Entsteinen des Thons. Sie ist aber auch wirklich zweckmäßiger zur Anfertigung der größern Röhren. Der Thon tritt nämlich aus den Behältern nicht überall mit gleicher Geschwindigkeit hervor. Zurückgehalten durch die Friktion an den Kastenwänden ist diese an den Seiten geringer, als in der Mitte. Werden nun aus eckigen Kasten große Röhren gepreßt, so liegen manche Theile derselben den Wänden, namentlich dem Boden und der Decke sehr nahe, während andere, besonders die in die Diagonalen treffenden, weit davon entfernt sind. Die Röhren werden daher nicht so gut, und es giebt dabei mehr Verlust, als wenn sie aus einem ebenfalls runden Preßcylinder, der sie konzentrisch umgiebt, hervortreten. Bei der Whitehead'schen Maschine kommen auch die großen Röhren liegend heraus und erfordern, wenn sie sich in dieser Lage gut tragen, nicht zusammensinken und sich ziemlich regelmäßig abschneiden lassen sollen, verhältnißmäßig starke Wandungen und höchst steifen Thon, so steif, daß die Schnitte der Messer, mittels deren die Dorne in den Formen befestigt sind, und welche die

Thonmasse durchschneiden, ehe sie an die Oeffnung der Form kommt, oft nicht mehr genügend zusammenkleben, und die Röhren beim Trocknen an diesen Stellen aufreißen und verworfen werden müssen. Bei den hängenden Röhren der Clayton'schen Maschine hat dies weniger zu sagen. Endlich lassen sich mit der letzteren auch noch größere Röhren machen, als mit der Whitehead'schen.

Auch die übrigen Englischen Maschinen können hier übergangen werden, da sie den beiden eben beschriebenen in ihrer Konstruktion zwar ähnlich sind, in anderer Beziehung ihnen aber nachstehen. Doch muß noch einer Einrichtung erwähnt werden. Einige Maschinen haben hinter der Vorsatzform ein Sieb von starkem Draht, um die Entsteinung des Thones mit dem Pressen der Röhren zu vereinigen, z. B. die von Williams. Es scheint aber für gewöhnlich besser, diese beiden Arbeiten von einander zu trennen. Soll das vorgesteckte Sieb den Zweck erfüllen, so muß es kleinere Oeffnungen haben, als die Wandstärke der Röhren. Nun gehört aber zum Durchpressen des Thons durch ein solches Sieb schon eine größere Kraft als zum Röhrenpressen selbst. Zu beiden Operationen muß dieselbe so sehr angespannt werden, daß sehr häufig die Maschinen entzwei gehen. Auch halten die Drahtsiebe es selten lange Zeit aus, wenn sie eng genug sind, oder aber sie erfüllen nicht den Zweck, wenn sie zu weit sind. Beides ist ein Fehler, führt häufige Störungen im Betriebe und Reparaturen an der Maschine herbei, so daß so konstruirte Drainröhren-Pressen nicht zu empfehlen sind.

Es mögen endlich noch einige Worte über einzelne Maschinentheile hinzugefügt und auf einige Kleinigkeiten aufmerksam gemacht werden.

Der größte Aufenthalt und Zeitverlust bei der Fabrikation wird durch das Füllen der Kasten verursacht. Größere Kasten, welche weniger oft gefüllt zu werden brauchen, sind daher besser als kleine, denn sie vermindern diesen Zeitverlust. Wesentlich ist ferner die Länge des Rollbettes. Ein zu kurzes Rollbett hat den Nachtheil, daß sowohl mit dem Pressen angehalten werden muß, sobald dasselbe voll ist, bis die Röhren abgeschnitten und fortgenommen sind, als auch, daß bei dem oft zu wiederholenden Abschneiden immer kurze Enden von Röhren abfallen, welche verworfen werden müssen. Dagegen haben bei Maschinen mit großen Kasten die sehr langen Rollbetten auch manchen Nachtheil. Wenn nämlich kleinere Röhren gepreßt werden, so haben sie auf denselben einen weiten Weg zu durchlaufen, einen Weg von

10 bis 12 Fuß, auf dem sie unten immer etwas flach werden und ein bischen zusammensinken, ein ovales Profil bekommen. Dazu kommt, daß in der ersten Zeit der jedesmaligen Auspressung des gefüllten Kastens, so lange die hervortretenden Röhren noch kurz sind, die mittleren der geringeren Friktion wegen schneller und darum weiter vorgehen und länger werden, als die auf den Seiten heraustretenden. Nach einer kleinen Weile wird aber die Friktion der vorwärts sich schiebenden Röhren auf den Rollen so groß, daß die vordersten Enden aller Röhren in gleicher Entfernung von einander bleiben. Dessenungeachtet tritt der Thon in der Mitte immer noch schneller heraus, die mittelsten Röhren werden immer noch länger, und da sie nirgends anders ausweichen können, so müssen sie sich nach der Seite biegen. Sie werden krumm und dann natürlich die Abschnitte mit Draht schiefwinklig. Wenn dieses auch nicht ganz vermieden werden kann, so wird es doch bei etwas kürzeren Rollbetten, welche etwa die Hälfte einer großen Kastenfüllung aufnehmen können, weniger Statt finden; nur muß dann, sobald das Bett voll ist und die Röhren abgeschnitten sind, mit dem Abtragen der Röhren so schnell vorgegangen werden, daß der zweite Arbeiter mit dem Pressen fortfahren kann, und die nicht abgeschnittenen Röhren das Rollbett fast in demselben Augenblick wieder füllen, wo die letzten abgeschnittenen fortgenommen werden. Das Ueberspannen der Rollen des Rollbettes mit Wachstuch und dadurch die Eintheilung desselben in so viele und so große Abtheilungen, wie durch die in die Bügel eingespannten Drähte abgegrenzt werden, ist in England ganz allgemein gebräuchlich und kann nur empfohlen werden.

Für die größeren Röhren müssen die Oeffnungen in der Form sich nach innen mehr erweitern, als für die kleinern, damit in derselben ein stärkeres Zusammendrücken des Thons Statt findet, und die von den Messern vor der Form zerschnittene Masse wieder fester zusammenklebt. Die größern Röhren reißen sonst beim Trocknen oder Brennen an diesen Stellen auf, fallen wohl gar auseinander.

Endlich ist an den Oeffnungen in den Formen größtentheils zu tadeln, daß bei der Bestimmung der Weite derselben nicht auf das Schwinden des Thones Rücksicht genommen, und den Röhren von verschiedener Weite selten eine deren lichtem Durchmesser proportionale Wandstärke gegeben wird. Da aber über die Röhren gegangen, fortgefahren u. s. w. wird, dieselben also oft auch einen ungleich-

mäßigen Druck auszuhalten haben, so ist es angemessen, die Wände für weitere Röhren stärker zu machen.

Rechnet man nun auf das freilich verschiedene Schwinden des Thones, so ist durchschnittlich

der	1zölligen	Röhre in der Form ein Durchmesser von	1,1	Zoll
⸗	1 1/2 ⸗	⸗ ⸗ ⸗ ⸗ ⸗ ⸗ ⸗	1,65	⸗
⸗	2 ⸗	⸗ ⸗ ⸗ ⸗ ⸗ ⸗ ⸗	2,2	⸗
⸗	3 ⸗	⸗ ⸗ ⸗ ⸗ ⸗ ⸗ ⸗	3,3	⸗
⸗	4 ⸗	⸗ ⸗ ⸗ ⸗ ⸗ ⸗ ⸗	4,4	⸗
⸗	5 ⸗	⸗ ⸗ ⸗ ⸗ ⸗ ⸗ ⸗	5,5	⸗
⸗	6 ⸗	⸗ ⸗ ⸗ ⸗ ⸗ ⸗ ⸗	6,6	⸗

und an Wandstärke

einer	1zölligen	Röhre in der Form ein Durchmesser von	0,4	Zoll
⸗	1 1/2 ⸗	⸗ ⸗ ⸗ ⸗ ⸗ ⸗ ⸗	0,45	⸗
⸗	2 ⸗	⸗ ⸗ ⸗ ⸗ ⸗ ⸗ ⸗	0,5	⸗
⸗	3 ⸗	⸗ ⸗ ⸗ ⸗ ⸗ ⸗ ⸗	0,6	⸗
⸗	4 ⸗	⸗ ⸗ ⸗ ⸗ ⸗ ⸗ ⸗	0,7	⸗
⸗	5 ⸗	⸗ ⸗ ⸗ ⸗ ⸗ ⸗ ⸗	0,8	⸗
⸗	6 ⸗	⸗ ⸗ ⸗ ⸗ ⸗ ⸗ ⸗	0,9	⸗

zu geben, und es sind die Dimensionen der Oeffnungen der Formen in dieser Größe einzurichten. Die gehörige Wandstärke ist wichtiger bei flacher als bei tiefer Drainage, da dort die ungleichmäßige Last darüber fortfahrender belasteter Wagen durch die wenige dazwischen liegende Erde auf keine so große Fläche vertheilt wird, als bei dieser. Ueberdies lassen sich Röhren mit zu dünnen Wänden späterhin nicht gut weiter bearbeiten, oder geben dabei wenigstens zu viel Bruch.

2. Das Pressen.

Das Pressen der Röhren selbst wird nach der vorher gegebenen Beschreibung der dazu nöthigen Maschinen keine großen Schwierigkeiten darbieten. Es ist daher hier auch nur noch wenig hinzuzufügen.

Zunächst muß der Thon die gehörige Steifigkeit besitzen. Wie groß dessen Feuchtigkeitszustand sein muß, läßt sich nicht beschreiben. Man muß ihn durch Erfahrung kennen lernen. Er kann bei Röhren von geringerem Durchmesser etwas größer sein, als bei den weiteren. Zu weicher Thon giebt viel geplatzte, bauchige, in- und auswendig rauhe und unten breitgedrückte, eigentlich nur halbrunde Röhren, welche dicke Wandungen und

bei dem Abschnitt mit dem Draht einen starken Grad haben, der die Röhren-Oeffnungen rund herum verengt, kurz sehr wenige und sehr schlechte Röhren, denen auch durch keine Nacharbeit zu helfen ist, und einen sehr bedeutenden Bruch, d. h. eine große Menge von Röhren, welche sofort wieder fortgeworfen, und noch einmal gepreßt werden müssen. Röhren dagegen aus gut zubereitetem Thon kommen glänzend, beinahe blank aus der Form heraus, haben nicht stärkere Wandungen, als die Form ihnen giebt, und lassen sich mit Draht gut schneiden. Sie müssen sich mit der Hand mäßig drücken lassen, ohne verbogen zu werden, oder einen Eindruck davon zu behalten.

Schon beim Einpacken des Thons in den Kasten muß derselbe recht fest geschlagen werden, damit keine Luft dazwischen bleibt. Geschieht dieses, so entstehen Blasen, welche beim Heraustreten der Röhren aus der Form, wenn der Druck darauf wegfällt, mit Heftigkeit und mit großem Geräusch platzen, und Löcher mit aufgebogenen Rändern hinterlassen, die, wenn sie nach inwendig vorstehen, ebenfalls das Oberprofil verengen.

Beim Abnehmen der Röhren vom Rollbett muß die Gaffel möglichst gerade hineingeschoben werden. Scharrt dieselbe auf einer Seite an, so schiebt sie zuweilen im Innern der Röhre Thonklumpen zusammen, welche die halbe Oeffnung ausfüllen. Dieses geschieht desto eher, je weicher der Thon ist. Die kleinen Röhren werden sogleich auf die Gerüste gebracht und auf die Seite gelegt. Vorsatzformen, in denen mehrere Röhren von geringem Durchmesser, z. B. 1- und 1 ½-zöllige, durch kleine Thonstreifen mit einander verbunden sind, um später der Länge nach aus einander gebrochen zu werden, taugen gar nichts. Sie sollen verhüten, daß die Röhren krumm trocknen. Das läßt sich durch dichtes Aneinanderschieben der einzelnen, wenn auch getrennten Röhren, Umlegen und Aufeinanderpacken derselben, und wenig Luftzug beim Trocknen eben so gut und sogar besser erreichen. Die nach dem Auseinanderbrechen an den Röhren sitzen bleibenden Rippen erschweren nur die fernere Behandlung derselben.

Die großen Röhren schneidet man am besten auch bei horizontaler Pressung einzeln ab, preßt also nicht die ganze Füllung des Kastens mit einem Male heraus, sondern hält jedesmal an, wenn die Röhren zusammenfallen wollen, und der Abnehmende mit seinen auf beiden Seiten dagegen gehaltenen Händen sie nicht mehr in ihrer Form zu erhalten vermag. Manchmal helfen zur bessern

Unterstützung derselben kurze dreieckige, prismatische Klötze, welche von den Seiten unten an die Röhren hinangeschoben werden. Es muß aber bei der Anwendung solcher Klötze darauf geachtet werden, daß dieselben beim Anhalten mit dem Pressen nicht gerade in der Linie der Drähte liegen bleiben. Beim Abschneiden mit dem Draht muß man am äußern Ende zuerst mit der Hand in die Röhre hineinfassen, und die obere Seite derselben unterstützen, sonst drückt der Draht die Röhren zusammen, ehe er einschneidet, und der Abschnitt wird dann so schief, daß die Röhren später beim Legen nicht an einander passen. Das läßt sich zwar durch Beschneiden der halbtrocknen Röhren später wieder einigermaßen verbessern, allein dieses kostet nur mehr Zeit und Arbeit und wird doch selten vollkommen gut. Die großen Röhren werden am besten mit der Hand abgenommen und nicht mit einer Gaffel oder dergl., und auf dem Boden gleich auf den Kopf, d. h. so aufgestellt, daß die eine Oeffnung nach unten kommt.

Aus einer Schachtruthe Thon erfolgen übrigens an Röhren von 1 Fuß Länge und der oben angegebenen Wandstärke:

bei	1	Zoll	Durchmesser	pp. 9000	Stück.
=	$1\frac{1}{2}$	=	=	= 5500	=
=	2	=	=	= 3800	=
=	3	=	=	= 2000	=
=	4	=	=	= 1300	=
=	5	=	=	= 950	=
=	6	=	=	= 690	=

§ 31. Trocknen der Röhren.

Sind die Röhren gepreßt, so kommt es darauf an, sie so zu trocknen, daß sie möglichst gerade bleiben. Dazu gehören noch besondere Einrichtungen. Unter Schauern, welche an den Seiten offen, dem Winde ausgesetzt sind, ist es unmöglich, sie gerade zu erhalten. Sie trocknen in denselben immer an den Enden zuerst zu stark und zu schnell, während sie in der Mitte da, wo sie dicht zusammenliegen und sich einander mehr schützen, noch naß bleiben. Die Folge dieses ungleichmäßigen Trocknens ist, daß sie krumm werden. Die Räume, in denen Röhren getrocknet werden sollen, müssen, damit man das Trocknen vollkommen in der Hand hat, von allen Seiten verschlossen werden können, und die Einrichtung von Ziegelscheunen wird durch-

aus nothwendig, Tab. VI., deren Oeffnungen, welche rund herum durch die untersten Wandfächer gebildet werden, mit Klappen a a a zu verschließen sind.

In diesen Ziegelscheunen sind zur Aufnahme der Röhren von geringerem Durchmesser Gerüste aufzustellen b b b. Diese Gerüste werden am besten mit geschnittenen Latten belegt und zwar so, daß immer 6 Latten mit pp. 2—3 Zoll Zwischenraum (je nach der Breite derselben) eine 26—28 Zoll breite Unterlage für zwei hinter einander liegende Röhrenschichten bilden, damit die Luft auch von unten zu denselben gelangen kann. Auf diese Gerüste werden die Röhren, welche mit der Gaffel von der Maschine her abgetragen werden, sogleich neben einander gelegt, und dicht an einander geschoben. Haben sie sich dann nach einiger Zeit etwas angesteift, so werden davon, um wieder Raum zu gewinnen, die zu gleicher Zeit gepreßten in wenigstens 3 bis 4 Schichten über einander gepackt. So bleiben sie liegen, bis sie den zum Rollen nöthigen Trockenheitsgrad erreicht haben. Dann werden sie gerollt, und in 5 Schichten, oder so hoch sie auf dem Gerüste liegen können, auf einander gestapelt. In dieser Lage müssen sie dann ganz trocken werden, sodaß sie von da aus entweder in den Ofen, oder wenn die Fabrikation schneller geht, als das Brennen, oder wenn Vorrath gepreßt wird, um im Herbst oder Frühjahr, wo der Fröste wegen das Röhrenmachen nicht geht, noch fortbrennen zu können, auf den Boden gebracht, und hier in größeren Haufen aufgepackt werden können.

Die größern Röhren, welche beim Abtragen von der Maschine an der Erde auf den Kopf gestellt werden, trocknen natürlich oben zuerst. Sie müssen daher, ehe sie zur weitern Bearbeitung zu trocken geworden sind, umgedreht werden. Haben sie den nöthigen Trockenheitsgrad erreicht, so werden sie ebenfalls gerollt, dann wieder hingestellt und erst, wenn sie hinreichend hart geworden sind, auf die Seite gelegt, und über einander geschichtet.

Wird auf diese Weise das Austrocknen der Röhren künstlich aufgehalten, so wird allerdings ein bedeutender Raum nöthig, um dieselben bis zum Brennen unter Dach halten zu können. Namentlich nehmen die großen Röhren sehr viel Platz fort. Allein man muß sich in dieses nothwendige Uebel finden, wenn man tadelfreie Röhren haben will, denn zu schnell getrocknete Röhren taugen in der Regel nicht viel.

§ 32. Das Rollen der Röhren.

Schon wiederholt sind die Gründe angegeben worden, warum so sehr auf gutes Material zu halten sei. Zu den nothwendigen Eigenschaften des guten Materials gehört auch vorzugsweise, daß die Röhren ein möglichst gleichförmiges, rundes, an keiner Stelle verengtes Querprofil, und inwendig möglichst glatte Wandungen haben und daß die Kopfenden gerade und glatt sind, und gut und dicht aneinander passen. Oben ist bereits in § 30, 1 auf die einzelnen Umstände aufmerksam gemacht, durch die das Querprofil an manchen Stellen so leicht und so vielfach fehlerhaft wird. Aehnliches bleibt auch bei sehr vorsichtiger Behandlung nicht aus, wenn es auch in geringerem Grade vorkommt. Ein Blick aber auf die Tabelle B beweist, welchen großen Einfluß die Weite der Röhren auf die abzuführende Menge von Wasser hat, daß z. B. eine 1½zöllige Röhre bei dem nämlichen Gefälle beinahe dreimal so viel Wasser ausgiebt, als eine 1zöllige u. s. w. Wie wenig wird aus einer 1zöllig sein sollenden Röhre ausfließen, wenn diese in der That durch die vielen Fehler im Innern eigentlich nur für ¾zöllig oder für noch schwächer zu berechnen ist. Gewiß nicht mehr als der dritte Theil dessen, was sie ausgeben soll! Daß aber die mit solchen Röhren gelegten Drains weder die billiger Weise zu verlangende, noch die von ihnen erwartete Wirkung haben können, daß sie theils gar nicht, theils sogar wie verstopfte wirken müssen, kann eben so wenig zweifelhaft sein. Es ist also von der größten Wichtigkeit, die Röhren im Innern möglichst glatt und sauber und rein von Hindernissen für das daraus abzuführende Wasser und nebenher den Abschnitt an den Enden so gleichförmig zu machen, daß sie hernach beim Legen gut an einander passen, und die möglichst engsten Stoßfugen geben. Das wird aber nur möglich durch das Rollen der Röhren. Der Preis derselben wird natürlich durch diese Manipulation etwas vertheuert, aber diese Erhöhung ist von gar keiner Bedeutung, da sie die Kosten pr. Morgen nur um einige Groschen (pp. 7½ Sgr. pr. Morgen) vermehrt, während andererseits eine um so viel größere Sicherheit des Erfolges dadurch erkauft wird. Zum Rollen der Röhren gehört ein Rolltisch und das Rollholz. Der Rolltisch besteht aus einem 24 bis 30 Zoll langen, 14 bis 15 Zoll breiten glatten Klotze oder einem behobelten Plankenende, welches auf 3 so hohen Beinen befestigt ist, daß der Rollende bei seiner Arbeit bequem daran stehen kann. Nach

hinten zu muß derselbe etwas höher sein als vorn. Er darf im ganzen nicht zu schwer sein, so daß er nicht gerade leicht umfallen, aber doch auch mit Bequemlichkeit weiter fortgerückt werden kann, damit die Röhren von den Gerüsten nur herunter gelangt und nicht aus weiter Entfernung herbei transportirt zu werden brauchen. Das Rollholz besteht aus einem runden, glatten pp. 20 Zoll langen Stock aus hartem, aber feinfaserigem Holze, welcher bei kleinen Röhren $^3/_8$ Zoll, bei größern $^1/_2$—$^5/_8$ Zoll schwächer sein muß, als der lichte Durchmesser der damit zu rollenden Röhren. Für die größeren müssen die Hölzer an beiden Enden Handgriffe haben, damit man sie trotz ihrer Stärke bequem anfassen und festhalten kann.

Der Tisch wird zuerst am Anfange eines Gerüstes aufgestellt, das Rollholz in eine Hand genommen, durch eine auf dem Gerüste liegende Röhre hindurchgesteckt, dieselbe herabgelangt, auf den Tisch gelegt, der Stock dann auch mit der andern Hand am andern Ende ergriffen, festgehalten, und nun die Röhre auf dem Tische ein- oder zweimal hin und her gerollt. Demnächst wird das Rollholz herausgezogen, die Röhre noch mit dem einen, dann mit dem andern Ende etwas aufgestaucht, dabei aber recht senkrecht auf den Rolltisch gehalten, damit dadurch die Abschnitte glatt, aber nicht schief werden, und weggelegt. Man muß sich beim Rollen in Acht nehmen, mit der einen Hand stärker auf die eine Seite des Rollholzes zu drücken, als mit der andern, weil sich die Röhren sonst aufrollen, d. h. weil sie an dem Ende, wo stärker gedrückt worden, in der innern Oeffnung weiter und in der Wandung schwächer werden, als sie sein sollen. Größere Röhren mit zu dünnen Wandungen geben beim Rollen vielen Bruch. Das blos äußere Rollen der Röhren mit einem Brettchen oder das Drücken mit der Hand, um sie wieder gerade zu machen, nutzt zu gar nichts, denn nicht in der Krümmung der Röhren, sondern in der Beschaffenheit der innern Wandung und des Abschnittes liegen die hauptsächlichsten Fehler, welche eben beseitigt werden sollen.

Bei Röhren von 3 und mehr Zollen im Durchmesser hat aber das Rollen und namentlich das Abgleichen der Abschnitte manche Schwierigkeit. Die Arbeit wird leichter, wenn man die Röhren stöpselt. Die dazu nöthigen Stöpsel sind den Clayton'schen Gabeln ähnlich. Sie bestehen aus einem rund abgedrehten Holz, welches in die Röhren hineinpaßt, und am oberen Ende einen rechtwinkligen und rund herumgehenden Absatz hat. Darüber ist der Hand-

griff. In dem vorerwähnten Absatz ist eine einem Hübeleisen ähnliche eiserne Schneide angebracht. Der Stöpsel ist etwa 9 Zoll lang. Er wird erst von der einen Seite in die Röhre gesteckt, und ein paarmal herum gedreht, und dann von der andern Seite dies wiederholt. Hierbei schabt die Schneide den Abschnitt gerade und rechtwinklig gegen die Richtung der Röhre ab.

§ 33. Das Brennen der Röhren.

Nachdem die Röhren hinreichend trocken geworden sind, werden sie in einen Brennofen eingekarrt, eingesetzt, und mit Holz, Torf oder Steinkohlen gebrannt. Daß man einen solchen Ofen gern in der Nähe der Ziegelscheune erbaut, um einen weiten Transport der Röhren zu vermeiden, bedarf keiner besondern Erwähnung.

Ueber und zwischen den aus Mauersteinen gebildeten Schürgassen werden die Röhren aufrechtstehend eingesetzt. Um den kleineren bei diesem Aufstellen mehr Halt zu geben, werden Reihen größerer Röhren dazwischen gestellt. In diese großen werden der Raumersparung wegen dann noch entsprechend kleinere hineingesteckt. Werden die Röhren in den oben angegebenen Dimensionen gepreßt und später gut gearbeitet, so daß sie nicht zu krumm sind, so lassen sich 3zöllige in 5zöllige und 1zöllige wieder in 3zöllige, 2zöllige in 4zöllige und diese wieder in 6zöllige hineinstecken. Die hineinzusteckenden Röhren müssen aber rund herum gehörigen Spielraum behalten und dürfen niemals stramm und mit einiger Gewalt in die größeren hineingeschoben werden, weil sie diese unfehlbar aus einander sprengen, sobald sie sich im Feuer nur äußerst wenig ziehen. Halten die Röhren überhaupt auch einen sehr bedeutenden Druck von außen aus, so sind sie doch sehr schwach gegen den von innen wirkenden, und gehen durch einen solchen sehr leicht entzwei. In dieser Weise wird der Ofen beinahe voll gesetzt. Nur obenauf dürfen einige Schichten Röhren flach hingelegt werden. Würde der Ofen ganz mit liegenden Röhren angefüllt werden, so würde das zu vielen Bruch geben, da die untersten Schichten zerdrückt würden.

Das Verfahren beim Brennen ist aus einer bloßen Beschreibung nicht zu lernen, daher kann sich Verfasser nur darauf beschränken, wiederholt darauf aufmerksam zu machen, daß die Röhren vollkommen gut, ja scharf gebrannt sein müssen, um dadurch eine Garantie der

möglichsten Dauerhaftigkeit zu gewähren. Zu blasse Röhren müssen beim nächsten Brande wieder mit eingesetzt, und noch einmal gebrannt werden.

Demnächst ist über die verschiedene Konstruktion der Brennöfen noch einiges zu erwähnen. Da in England die Fabrikation der Drainröhren in ausgedehnter Weise betrieben wird, so wird man auch die Einrichtung der dortigen Oefen vorzugsweise zu beachten haben. Sie werden dort sehr verschieden konstruirt. Die gewöhnlichen gehören indeß entweder zu den stehenden oder zu den liegenden Oefen. Sie sind in der Regel kleiner, als die hiesigen Ziegelöfen und gewöhnlich zum Brennen von 25,000 bis 50,000 Stück Röhren eingerichtet. Von beiden Oefen mag hier eine Beschreibung folgen.

Die stehenden Oefen haben große Aehnlichkeit mit unsern gewöhnlichen überwölbten Ziegelöfen, nur sind sie kleiner; Tab. VI, Fig. 1, 2, 3 ist ein solcher Ofen gezeichnet. Derselbe ist im Lichten 24 Fuß lang, 12 Fuß tief, überwölbt, 12 Fuß unterm Gewölbe hoch, mit 8 Schürlöchern a a a in jeder der beiden gegenüberliegenden Längsseiten von 1 Fuß Breite zur Feuerung von Steinkohlen oder Torf mit Aschenfall versehen. Die Wände sind 4 Fuß stark, durch 5 Strebepfeiler b b b von 1 1/2 Fuß Stärke und 2 Fuß Länge in den beiden Längsseiten verstärkt. Im Innern gehen auf jeder dieser Längsseiten noch 16 kleine Züge von 2 Zoll Breite und Tiefe an den Wänden in die Höhe durch das Gewölbe hindurch und endigen in 2zölligen Drainröhren. Außer diesen gehen noch 7 Reihen von 4 Zoll im □ großen Schmauchöffnungen c c c durch das Gewölbe hindurch, um durch theilweises oder vollständiges Schließen oder Oeffnen derselben das Feuer während des Brandes dirigiren und die Hitze überall gleichmäßig vertheilen zu können. Ueber jeder dieser Oeffnungen ist in England ein kleiner Schornstein aufgemauert, um gegen den Wind zu schützen, da der Ofen keine weitere Ueberdachung hat. Soll indessen demselben eine Ueberdachung gegeben werden, was nur vortheilhaft sein kann, so ist dieselbe eben so zu machen, wie bei unseren Ziegelöfen. Die Thür d in einer der Giebelwände dient zum Einkarren und wird nach geschehener Füllung des Ofens vermauert. Die Feuerungen werden zuerst mit Mauersteinen eingefaßt und dahinter und darauf die Röhren gestellt. Ein solcher Ofen faßt 50,000 Stück einzöllige oder 45,000 Stück Röhren von verschiedenen Dimensionen. Bei größerem Betriebe und zur Ersparung

von Feuermaterial können 2 Oefen dicht neben einander gestellt werden. Die Drainröhrenöfen sind in Belgien vielfach nach dem eben beschriebenen Muster gebaut.

Mstr. Parks hält indeß die liegenden Oefen für besser, und richtet da, wo ihm die Einrichtung der Drainröhren-Fabrik überlassen wird, Oefen von einer Konstruktion ein, wie sie Tab. VI. Fig. 4, 5, 6 gezeichnet ist. Ein solcher englischer Drainröhrenofen hat Aehnlichkeit mit den hier gewöhnlichen Töpferöfen, ist im Lichten 15 Fuß lang, 12 Fuß tief, und 8 bis 9 Fuß hoch unter dem Tonnengewölbe. Die beiden Längswände sind nur 3 Fuß, die Stirnmauern nur 1 1/2 Fuß stark; das Gewölbe 1 Stein hoch und mit 1 Stein auf der flachen Seite überdeckt. Rund herum liegt ein eiserner Anker a a, welcher den Ofen zusammenhalten muß. Auf der vordern Stirnseite ist die Thür zum Einkarren b, welche, nachdem der Ofen gefüllt ist, zugemauert wird. Auf jeder Seite derselben ist eine Feuerungsöffnung c c 18 Zoll breit und 8 Zoll hoch. Darunter sind die 5 Zoll im □ großen Zugöffnungen, d d und darunter eine dritte Oeffnung zum Ausziehen der Asche, 8 Zoll breit und hoch e e. Eine dritte, der eben beschriebenen an Größe und Einrichtung ganz gleiche Feuerung c' d' e' wird beim Zumauern der Thür eingerichtet. Hinter dieser Stirnmauer liegt eine 2 Fuß 6 Zoll breite, 6 Zoll hohe Vertiefung g zur Aufnahme der Asche. Beinahe in gleicher Höhe mit der Oberkante der Aschenöffnung e e liegt der Heerd des Ofens f, auf welchen die Röhren ebenfalls aufrecht stehend eingesetzt werden. Damit aber das Feuer durch die Röhren gehörig durchspielen kann, wird vorn an auf dem Heerde, gleich hinter der Vertiefung g, eine 1 Stein starke durchbrochene Wand von Mauersteinen aufgemauert, der Ständer, und auf dem Heerde Mauersteine so aufgestellt, daß das Feuer unten überall hindurch ziehen kann. Auf diese Mauersteine werden dann erst die Röhren eingesetzt. Hinter dem Heerd ist wieder eine der vordern ähnliche, aber nur 9 Zoll breite Vertiefung m, von der aus in der Hinterwand 4 Züge h h h h in die Höhe gehen und in den Schornstein o münden. Diese Züge sind in der Stirnseite Fig. 5 und dem Längenprofil Fig. 6 durch punktirte Linien angedeutet. Der Schornstein ist 16 Zoll im □ und steht hinter dem Ofen. In der Einrichtung dieser Züge und des Schornsteins unterscheidet sich dieser Ofen vorzugsweise von unsern gewöhnlichen Töpferöfen,

bei denen der letztere in der Regel unmittelbar auf dem Gewölbe (bei k) steht und die Ursache wird, daß die Röhren bei m leicht blaß bleiben. Außerdem sind im Gewölbe und in der vordern Stirnseite noch mehrere Reihen kleiner Oeffnungen nn angebracht, welche aber während des Brennens verschlossen gehalten und nur später, behufs der schnelleren Abkühlung geöffnet werden. Ein solcher Ofen faßt pp. 25,000 Stück Röhren. Er ist ohne Schauer darüber erbaut. Häufig werden aber 2 Oefen mit einer gemeinschaftlichen Mittelwand neben einander gestellt. Verfasser hat selbst in den verschiedensten Oefen gute und schlechte Drainröhren brennen sehen. Es kommt dabei weniger auf die Konstruktion des Ofens als auf die Geschicklichkeit des Zieglers an. In Ermangelung eines solchen geschickten Zieglers wird man die Röhrenfabrikation oft eben so gut einem Töpfer übergeben können. Diese Leute sind an eine sorgfältige Vorbereitung des Thons und an eine gewisse geschickte und genaue Verarbeitung desselben schon von jeher gewöhnt, so daß ihnen das Pressen der Röhren gewöhnlich sehr gut von der Hand geht. Man muß aber bei ihnen besonders darauf achtsam sein, daß sie die Röhren scharf genug brennen, weil sie bei ihren Arbeiten nur selten so großes Feuer zu geben brauchen.

§ 34. Kosten der Drainage.

Die Preise für keine Arbeit werden so verschieden angegeben, als für die Ausführung der Drainage. Während die in England gewöhnlich dazu angewendeten Kosten, 20—30 Thlr. pr. Morgen, welche auch hier zuweilen für nothwendig gehalten, und als verbraucht nachgewiesen werden, vielfach zurückschrecken, werden von andern Seiten fabelhaft niedrige Summen angegeben, welche zu jenen in gar keinem Verhältnisse stehen, und dann wird dieser geringen Kosten wegen die Drainage eifrig befürwortet. Diese Verschiedenheit in den Angaben hat ihren Grund einestheils in der Art zu rechnen, und anderntheils in der Art der Anlage selbst. Zunächst bleiben die offenen Gräben, welche schon vorhanden sind, vielfach außer Rechnung, während an anderen Orten dafür Sammeldrains gemacht und dadurch die Kosten für eben so große Flächen gleich viel größer werden. Dann bestehen viele Anlagen nur aus einzelnen Saugdrains, welche vielleicht gar noch sehr flach

und in weiten Entfernungen von einander gelegt sind*), ohne in Sammeldrains vereinigt zu sein. Da die Zeit, seit der diese so außerordentlich billigen Werke bestehen, noch sehr kurz ist, so bleibt es immer noch fraglich, ob die Anlagen zweckentsprechend und tüchtig ausgeführt worden sind, und es scheint an manchen Orten der Erfolg sogar schon das Gegentheil zu beweisen. Auf der andern Seite behält der Zweifel aber eben so sehr Raum, ob nicht die so sehr theuern Arbeiten eben so wirksam mit geringeren Mitteln auszuführen gewesen sein möchten. Ueberdies sind die Kosten für kleine Anlagen wirklich geringer, als bei größeren, weil bei jenen kleinere Röhren zu den Sammeldrains gebraucht werden, die großen Röhren aber verhältnißmäßig theurer sind. Zwar sind Drainagen von bedeutender Ausdehnung bereits in mancher Gegend ausgeführt, allein die Kosten derselben sind noch nicht recht bekannt geworden. Verfasser hat sie auf zusammenhängenden Flächen, deren Sammeldrains mit 4- und 6zölligen Röhren schlossen, schon für 5 Thlr. bis 7 Thlr. 15 Sgr. pr. Morgen hergestellt.**) Die durchschnittlichen Kosten haben da, wo keine besonderen Schwierigkeiten zu überwinden waren, die Röhren aber zu mäßigen Preisen gekauft wurden, in der Regel 7 Thlr. bis 10 Thlr. pr. Morgen betragen, und wird dieser Preis bei einem Tagelohn von 10 Sgr. und 5 bis 6 Thlr. p. mille 1 ¼zölliger Röhren (für weitere entsprechend mehr) in unseren Gegenden ziemlich überall passen. Allerdings wird überall die Lokalität ihren Einfluß darauf nie verlieren, es lassen sich aber zur näheren Berechnung auch Sätze für die einzelnen Arbeiten angeben, aus denen dann ein Jeder die für seine Verhältnisse passenden auswählen, sich daraus sehr leicht einen Anschlag zusammenstellen, und so eine Uebersicht der Ausgaben verschaffen kann, die an seinem Orte bei der Ausführung nöthig werden.

---

*) Vergl. Gropp's „Deutsches Drainbuch" S. 57, wo sub 1 in Dornbuschfeld auf 5½ Morgen nur 131 laufende Ruthen (pr. Morgen also einige 20 Ruthen) Gräben gemacht, die Röhrenstränge bei 2 bis 3 Fuß Tiefe also 7 Ruthen aus einander gelegt worden sind!

**) Bei der Angabe von 5 Thlr. pr. Morgen ist der Selbstkosten-Preis der Röhren durchschnittlich zu 4 Thlr. pr. Tausend, bei der Angabe von 7 Thlr. 15 Sgr. etwas höher angenommen. Die Kosten des Technikers und der Aufsicht sind in beiden Sätzen schon mitberechnet.

Die Preise der einzelnen Gräben richten sich nach der Masse der auszuwerfenden Erde, nach dem landüblichen Tagelohn, und nach den größern oder geringern Schwierigkeiten in den verschiedenen Bodenarten. Es muß daher zuerst der kubische Inhalt der Gräben der Berechnung zu Grunde gelegt werden. Für das Auswerfen der Erde aus den verschiedenen Tiefen werden verschiedene Preise angenommen werden müssen, und zwar werden für die oberen Stiche, wo der Graben 2 oder 3 Stich breit ist, wo die Erde nicht weit geworfen, und die Grabenborten nicht nachgeputzt zu werden brauchen, 3 bis 5 Sgr. pr. Schachtruthe vollkommen genügen. Schwieriger ist das Ausgraben des vorletzten Stiches; derselbe wird nur 1 Spaten breit, das Handwerkszeug klemmt sich auf beiden Seiten, die Stiche können nur 3 bis 4 Zoll stark werden, und die Sohle wird nachgeschippt. Der Preis pr. Schachtruthe muß daher höher und zu 7 Sgr. 6 Pf. bis 12 Sgr. 6 Pf. angenommen werden. Am schwersten ist aber das Ausgraben des letzten Stiches, da derselbe gleich eine bedeutende Tiefe, aber wenig Boden wegnimmt. Für diesen sind pr. Schachtruthe 15 bis 25 Sgr. zu rechnen, je nachdem der Boden weich oder hart ist, und Steine oder Wurzeln u. s. w. sich darin vorfinden. Danach werden nun folgende Preise sich herausstellen:

Für	1	laufende Ruthe	4	Fuß	tiefen Graben	1	Sgr.	6	Pf.	bis	3	Sgr.
=	1	=	5	=	=	2	=	—	=	=	4	=
=	1	=	6	=	=	2	=	6	=	=	5	=
=	1	=	7	=	=	3	=	—	=	=	6	=
=	1	=	8	=	=	3	=	6	=	=	7	=

Bei diesen Sätzen kommt der geschickte und fleißige Grabenarbeiter auf 10 bis 20 Sgr. pr. Tag. Bietet der Boden zu große und außergewöhnliche Schwierigkeiten dar, so hört jede Akkordarbeit auf, und Tagelohnarbeit unter tüchtiger Aufsicht bleibt dann die billigste.

Hieraus lassen sich sehr leicht die Kosten pr. Morgen berechnen. Ist erst die Tiefe und die Entfernung der Drains bestimmt, so giebt die Division der □Ruthen Eines Morgens durch die Entfernung der Röhrenstränge als Quotienten die Ruthenzahl der auf Einem Morgen erforderlichen Gräben. Es werden mithin:

bei	4	Ruthen	Entfernung	45	laufende	Ruthen
=	5	=	=	36	=	=
=	6	=	=	30	=	=

bei	7	Ruthen Entfernung	$25^5/_7$	laufende Ruthen		
=	$7^1/_2$	=	=	24	=	=
=	8	=	=	$22^1/_2$	=	=
=	9	=	=	20	=	=
=	10	=	=	18	=	=
=	$10^1/_2$	=	=	$17^3/_{10}$	=	=
=	12	=	=	15	=	=
=	14	=	=	$12^1/_6$	=	=
=	16	=	=	$11^1/_4$	=	=

Gräben pr. Morgen nöthig. Die Anfertigung derselben kostet, wenn die Drains auf jeden Fuß Tiefe 1 Ruthe weit auseinander gelegt werden,

bei 4 Fuß Tiefe pr. Morg.	2	Thlr.	7	Sgr.	6	Pf. bis	4	Thlr.	15	Sgr.	—	Pf.
= 5 = = = =	2	=	12	=	—	= =	4	=	24	=	—	=
= 6 = = = =	2	=	15	=	—	= =	5	=	—	=	—	=
= 7 = = = =	2	=	17	=	2	= =	5	=	4	=	4	=
= 8 = = = =	2	=	18	=	9	= =	5	=	7	=	6	=

Wenn die Drains auf jeden Fuß Tiefe $1^1/_2$ Ruthen aus einander gelegt werden,

bei 4 Fuß Tiefe pr. Morg.	1	Thlr.	15	Sgr.	—	Pf. bis	3	Thlr.	—	Sgr.	—	Pf.
= 5 = = = =	1	=	18	=	—	= =	3	=	6	=	—	=
= 6 = = = =	1	=	20	=	—	= =	3	=	10	=	—	=
= 7 = = = =	1	=	21	=	11	= =	3	=	13	=	10	=
= 8 = = = =	1	=	22	=	6	= =	3	=	15	=	—	=

Und wenn die Drains auf jeden Fuß Tiefe 2 Ruthen aus einander gelegt werden,

bei 4 Fuß Tiefe pr. Morg.	1	Thlr.	3	Sgr.	9	Pf. bis	2	Thlr.	7	Sgr.	6	Pf.
= 5 = = = =	1	=	6	=	—	= =	2	=	12	=	—	=
= 6 = = = =	1	=	7	=	6	= =	2	=	15	=	—	=
= 7 = = = =	1	=	8	=	7	= =	2	=	17	=	2	=
= 8 = = = =	1	=	9	=	5	= =	2	=	18	=	10	=

In diesen Preisen ist das Zuwerfen der Gräben mit inbegriffen.

Hat jedoch der Boden vielen und schlimmen Triebsand, so hört mit jeder Breitenbestimmung der Gräben auch jede Specialisirung der Kosten auf. Man muß an solchen Stellen schon à tout prix arbeiten, bis alles fertig ist.

Wie viel diesen Kosten pr. Morgen für die Sammeldrains noch hinzuzurechnen, richtet sich nach der Oertlichkeit, da an dem einen Orte mehr, an einem andern weniger Ruthen derselben er=

forderlich sind. Die vorher berechneten Grabenpreise finden aber auch auf die Gräben zu den Sammeldrains Anwendung, denn wenn dieselben auch etwas breiter werden, als die für die Saugdrains bestimmten, so liegt die größere Breite gewöhnlich nur in den beiden untersten Stichen. Bei diesen kommt aber weniger die ausgeworfene Erdmasse, als die Schwierigkeit der Arbeit in Betracht, und in dieser Beziehung bleibt es ganz gleich, ob der dazu verwendete Spaten einige Zoll breiter ist oder nicht.

Das Legen der Röhren wird in Tagelohn gemacht, doch kann man annehmen, daß die Ruthe pp. 3 bis 4 Pf. kostet, wobei das regelrechte Niederlegen der Röhren auf der Grabenbort mit eingerechnet ist. Die Aufsicht über die Gräberei läßt sich nicht gut veranschlagen, wenn man nicht vorher weiß, wie viel Grabenarbeiter beschäftigt sein werden, oder wie lange gearbeitet werden wird.

Das Tagelohn des Aufsehers, welcher diese Aufsicht, das Anweisen der Grabenlinien, die Abnahme der fertigen Gräben und gleichzeitig das Legen der Röhren besorgt, beträgt 15 bis 20 Sgr., wenn demselben der Plan, wonach gearbeitet werden soll, übergeben wird.

Für die Fabrikation der Röhren hat sich ein fester Preis nicht herausgestellt. Viel hängt dabei wohl von der Lokalität, von der Beschaffenheit und der Entfernung des Thons, dem Preise des Feuerungsmaterials, der Höhe des Tagelohns und dem Umfange des Betriebes, und sehr viel von der Geschicklichkeit des Zieglers und der Arbeiter ab. Namentlich liegt es an diesem Mangel an Geschicklichkeit und Uebung, daß die Röhren in England trotz des viel höhern Werthes, den Menschen- und Pferdekraft dort haben, ganz bedeutend billiger sind, als hier, so billig, daß sie zu ähnlichen Preisen bei gleicher Qualität hier bis jetzt noch nirgends haben hergestellt werden können, allein Differenzen, wie solche in den Forderungen der Röhrenfabrikanten hier hervortreten, sind dadurch unmöglich gerechtfertigt. Die Preise grenzen an manchen Orten, wo keine Konkurrenz ist, an's Fabelhafte. Das ist sehr zu bedauern, weil es der guten Sache schadet.

Um indessen wenigstens einen kleinen Anhalt für die Berechnung der Fabrikations-Kosten zu geben, mag Folgendes dienen.

Der Werth des Thons, des Feuermaterials, des Fuhrlohns, des

Tagelohns u. s. w. sind zwar alles wandelbare Größen, allein sie mögen für verschiedene Gegenden in der nachstehenden Berechnung verändert werden. Vorausgesetzt dabei ist, daß der Thon gut, die Ziegelei zweckmäßig eingerichtet ist, daß die Arbeiter schon eingeübt sind, und ihre Geschäfte mit Sorgfalt und Fleiß betreiben, und daß die Vorbereitungen so getroffen sind, die Arbeit fabrikmäßig zu fördern.

Es kostet dann

	Thlr.	Sgr.	Pf.
1 Schachtruthe Thon auszuwerfen und in einen 1 1/2 Fuß hohen Haufen zu bringen	— Thlr.	15 Sgr.	— Pf.
Diesen Thon aus der Nähe anzufahren . .	1 =	— =	— =
2 Pferde im Thonschneider 1 1/4 Tag . . .	1 =	7 =	6 =
Den Thon zur Maschine anzukarren 1 Mann 1 Tag	— =	10 =	— =
5 Mann zum Röhrenpressen 1 Tag à 10 Sgr.	1 =	20 =	— =
10 Mann zur Behandlung der Röhren während des Trocknens, zum Umlegen, Rollen 2c. 1 Tag à 10 Sgr.	3 =	10 =	— =
3 Mann zum Ankarren der Röhren zum Ofen 1 Tag à 10 Sgr.	1 =	— =	— =
1 Mann beim Aufsetzen (Ziegler) . . .	— =	20 =	— =
1 Mann zum Brennen 2 Tage und 1 Nacht à 20 Sgr.	2 =	— =	— =
1 Mann zum Abkühlen 2 Tage à 20 Sgr.	1 =	10 =	— =
3 Mann zum Auskarren der gebrannten Röhren und zum Aufsetzen derselben à 10 Sgr.	1 =	— =	— =
Muß der Thon zur Reinigung von Steinen noch durch das Sieb gepreßt werden, so kommen noch hinzu 5 Mann 1 Tag à 10 Sgr.	1 =	20 =	— =
Sa. Summa	15 Thlr.	22 Sgr.	6 Pf.
2 Klafter Holz zum Brennen à 5 Thlr.	10 =	— =	— =
Zinsen des Anlagekapitals und Abnutzung der Maschine u. s. w.	3 =	— =	— =
Fabrikgewinn und Thon	10 =	— =	— =
Summarum	38 Thlr.	22 Sgr.	6 Pf.

Aus dieser Schachtruthe Thon erfolgen, wie oben angegeben, 9000 Stück 1zöllige Röhren, es kostet also das 1000 Stück 1zöl-

lige Röhren ungefähr 4 Thlr. 10 Sgr. Hiermit proportional werden dann die Preise für die weitern Röhren sich berechnen:

Für	1 mille	1½zöllige	Röhren	5	Thlr.	15	Sgr.
"	1 "	2 "	"	7	"	—	"
"	1 "	3 "	"	10	"	20.	"
"	1 "	4 "	"	16	"	25	"
"	1 "	5 "	"	23	"	—	"
"	1 "	6 "	"	30	"	20	"

Diese Preise sind etwas höher, als die Englischen. Es unterliegt aber keinem Zweifel, daß wir mit einiger Uebung auch so weit kommen werden, die Röhren eben so billig und billiger zu produziren, als es dort geschieht.

Schon weiter oben ist den Landwirthen der Rath gegeben worden, bei größeren Anlagen einen tüchtigen und gewandten Techniker hinzuzuziehen, und von diesem den speciellen Plan entwerfen und auf dem Felde abstecken zu lassen. Soll aber die Hülfe eines solchen wirklichen Vortheil gewähren, so darf sie nicht zu theuer werden, und das kann nur dann der Fall sein, wenn keine unnöthigen Arbeiten von ihm verlangt werden. Er hat nur die zur Sache nöthigen Nivellements aufzunehmen (aber dieselben nicht zu zeichnen), die Boden-Untersuchungen zu machen, die Saug- und Sammeldrains auf dem Felde abzustecken, die Weite der Röhren zu bestimmen und eine Handzeichnung, wie die § 16 beschriebene zu geben. Die Ausführung besorgt dann der Besitzer selbst, oder läßt sie durch einen Aufseher besorgen. Für die Arbeiten des Technikers werden in diesem Falle je nach der Größe der zu drainirenden Fläche 5 bis 7½ Sgr. pr. Morgen genügen, und nur seine Reisekosten noch besonders zu vergüten sein.

Nach diesen Preisbestimmungen lassen sich nun die Kosten der Röhren zu den Saugdrains berechnen. Bei größeren Anlagen wird man der Wahrheit ziemlich nahe kommen, wenn man für die Röhren zu den Sammeldrains eine beinahe eben so große Summe auswirft, als die für die Saugdrains beträgt. Die Grabenarbeit kostet wieder ziemlich so viel, als die Röhren. Außerdem kommen dann noch einige Extraordinarien hinzu.

Vierter Abschnitt.

§ 35. In wiefern eignen sich die agronomischen Verhältnisse Mecklenburgs für die Anlage der Unterdrains?

Mecklenburg gehört, seiner geognostischen Formation nach, eben so wie der größte Theil des nördlichen Deutschlands, dem Diluvium an. In Mecklenburg läuft der Hochrücken aus, welcher sich vom Ural her durch Preußen, Pommern und die Uckermark hindurch zieht, und sich bis zur Elbe erstreckt. In den früheren Paragraphen ist nachgewiesen worden, wie die Drainage in derartigem Boden anzugreifen ist, um vollkommen befriedigende Resultate zu geben. Mecklenburg ist aber auch ein wesentlich Ackerbau treibender Staat. Die Agrikultur überwiegt alle andern Interessen in so hohem Grade, daß die letzteren dagegen fast verschwinden. Die hauptsächlichsten Einnahmen des Landes sind für landwirthschaftliche Produkte, Vieh u. s. w.

Für ein solches Land hat Alles, was die Landwirthschaft betrifft, unstreitig das allerhöchste Interesse. In der heutigen Zeit aber, wo die Naturwissenschaften angefangen haben, sich bei der Lösung landwirthschaftlicher Fragen zu betheiligen, wo die Chemie es als eine besondere Aufgabe erkannt hat, die Gründe der Erscheinungen auf diesem Gebiete zu erforschen, und Hand in Hand mit der Praxis den Wust der vielfach sich widersprechenden, rein empirisch gesammelten, sogenannten Erfahrungen (?) zu prüfen und zu sichten, — wo endlich kein Mensch zu übersehen vermag, was der nächste Augenblick Neues bringen, und ob nicht eine wichtige Entdeckung oder dergl. eine vollständige Revolution aller bis jetzt gültigen landwirthschaftlichen Systeme hervorrufen, und wie eine solche enden wird: da muß der Landwirth aufmerksamer sein, als je, da muß er vorbereitet und gerüstet sein, um einer der Ersten sich die neuen Vortheile zu eigen zu machen. In solchen Fällen ist Stehenbleiben der vollständige Rückschritt. Sieht man doch jetzt schon in manchen Gegenden den Guano eine solche revolutionäre Rolle spielen; ob mit Recht, oder Unrecht, kann dahin gestellt bleiben. Schon jetzt werden einzelne Güter in Schlesien und Sachsen von Spekulanten zu außergewöhnlich hohen Preisen gekauft, weil

sie durch Anwendung des Guano in den Stand gesetzt zu sein glauben, ohne Rücksicht auf Brache, Fruchtfolge und dergl. m. die werthvollsten Früchte in reichlicher Fülle ohne Unterbrechung hervorbringen zu können.

Um aber von solchen Sachen einen sichern, den Kosten entsprechenden Nutzen ziehen zu können, müssen zuvor die für das Pflanzenleben wichtigsten Vorbedingungen erfüllt sein, und unter diesen steht die Trockenlegung des Bodens ganz gewiß in der ersten Reihe. Das ist zwar in Mecklenburg schon lange erkannt, und es giebt nicht leicht ein anderes Land, wo diese Verbesserung des Bodens in so hohem Grade erstrebt wäre, allein man hat dies, wie das bisher auch nicht anders geschehen konnte, durch offene Gräben so gut zu erreichen gesucht, als es damit gehen wollte. In § 2 ist aber der Beweis versucht, daß offene Gräben den nassen und kalten Boden niemals vollkommen trocken legen können, und daß dieses Ziel nur mittelst der rationellen Drainage zu erreichen ist.

Von diesem Gesichtspunkt aus muß die Drainage auch in Mecklenburg nothwendig werden; sie wird aber dort auch eben so unzweifelhaft besonders vortheilhaft werden. Der größere Theil des Mecklenburger Ackers hat schweren, und auch der nasse größtentheils lehmigen Boden. Durch fleißige und sorgfältige Bestellung und durch schonende Wirthschaft hat derselbe bereits einen hohen Grad der Kultur erreicht, und dadurch einen ziemlich bedeutenden Werth. In dem Untergrunde des schweren und nassen Bodens ist durch diese Art der Behandlung eine bedeutende Menge von Pflanzen-Nahrungsstoffen angehäuft, welche durch gründliche Trockenlegung den Pflanzen nur zugänglich gemacht zu werden brauchen, um sofort die reichlichsten Erträge hervorzubringen. Es unterliegt gar keinem Zweifel, daß die Drainage in Mecklenburg die höchst möglichsten Zinsen bringen, und daß sie einen ähnlichen Fortschritt einleiten wird, wie früher einmal das Mergeln.

§ 36. Nach welchen Grundsätzen ist in Bezug auf das Anlage-Kapital eine Ausgleichung zwischen Verpächter und Pächter zu erzielen?

In England hat man das Drainiren des Ackers am früheſten eingeführt. Dort sind auch die Güter in der Regel verpachtet.

Nichts ist daher natürlicher, als daß die obige Frage daselbst schon von den verschiedensten Seiten angeregt und beleuchtet worden ist. Die Beantwortung derselben hat vielfach Streitigkeiten hervorgerufen, welche theils durch Gesetze, theils durch Vergleiche beseitigt worden sind, zum Theil aber auch noch jetzt der Beendigung erst entgegen sehen.

Hat der Pächter eine längere Pachtzeit vor sich, so ist es möglich, oder sogar wahrscheinlich, daß er durch den höhern Ertrag seiner Felder die Anlagekosten wieder herausbekommen werde. Es mag hier nur beispielsweise angeführt werden, daß an einem Orte 15 Stiegen Weizen, wovon 18 Schffl. gedroschen sind, an einem andern 14 Stiegen mit 20 Schffl. Erdrusch von Einem Magd. Morgen geerntet sind, wovon mindestens 6 Schffl. der Drainage zu Gute geschrieben werden müssen. An einem andern Orte gab der Roggen vom drainirten Boden 5½ Schffl. Körner und 1 Schock Stroh von einem ganzen Schlage durchschnittlich pro Morgen Mehrertrag, als der daneben stehende von undrainirtem Acker u. s. w. Diese Beispiele sollen und können zwar nicht maßgebend sein, weil Ein Versuch eben noch kein Versuch ist, allein es ist dabei doch auch zu berücksichtigen, daß zu diesen ersten Versuchen das allernasseste Land genommen worden ist, auf welchem sonst Winterung nie recht hat gedeihen wollen. Und ganz gewiß werden auch die folgenden Ernten auf diesem Boden entsprechend besser, als früher. Es kommt bei der Beantwortung der vorangestellten Frage allerdings noch auf den Wortlaut des Pachtkontraktes und den Charakter des Pächters an, auf den ersteren, ob darin etwas in Bezug auf die Benutzung des Ackers (Fruchtfolge, Düngung, Wirthschaftsweise u. s. w.) festgestellt ist, und auch auf den letzteren, in so fern, wenn nichts über jene Sachen kontraktlich feststeht, der Pächter im Stande ist, alles, was in den ersten Jahren der Pachtzeit in den Boden hineingesteckt worden ist, in den letzten Jahren wieder herauszuziehen und den Boden, so weit es geht, zu erschöpfen.

Aber selbst der ausgesogene drainirte Boden ist immer noch viel besser, als der ähnlich behandelte nasse Acker sein würde, weil er bei der größern Tiefe den atmosphärischen Einflüssen bei weitem größere Berührungsflächen darbietet, und dadurch die in der Ackerkrume durch die Brache herbeizuführenden Prozesse auch im Untergrunde in viel größerem Maaße einzugehen befähigt ist, als der nasse

Boden, in welchem der Zutritt der Luft durch die Gegenwart des Wassers ausgeschlossen ist. Der durch die Drains trocken gelegte Acker kann daher durch Aussaugen niemals auf einen so niedrigen Beharrungs-Zustand heruntergebracht werden, als derselbe Boden in seinem frühern, d. h. nassen Zustande. Dieser Vortheil der Drains währt so lange, als dieselben wirken.

In dieser Beziehung hat der Grundbesitzer, der Verpächter, auch nach Ablauf der jetzigen Pachtzeit noch Nutzen von dieser Bodenverbesserung. Es bleiben ihm auch in der Zukunft noch höhere Renten in Aussicht.

Der Verpächter hat aber auch noch ein besonderes Interesse an der gründlichen und tüchtigen Ausführung. In dem vorstehenden Werke ist wiederholt der Nachweis zu führen versucht, welche Nachtheile durch fehlerhafte Arbeiten, und welcher Nutzen durch rationelle tüchtige Ausführung herbeigeführt wird.

Macht aber der Pächter die ganze Arbeit auf eigene Kosten, so sucht derselbe sie so billig herzustellen, als möglich, um mit den möglichst geringsten Auslagen nur während seiner Pachtzeit einen Nutzen zu genießen. Ob der Grundwerth dadurch dauernd erhöht wird, was nach Ablauf seiner Pachtzeit überhaupt geschieht, ist ihm gleichgültig. Billiger Weise kann es auch Niemand verlangen, daß ein Pächter sein Geld für eine weit über seine Pachtzeit hinaus berechnete Bodenverbesserung ausgeben solle, von der er nur verhältnißmäßig wenige Jahre einen Nutzen haben kann. Dem Verpächter muß dagegen an einer durchaus tüchtigen Ausführung besonders liegen, weil gerade durch zweckmäßige Anordnung und durch sorgfältige Arbeit der Erfolg wesentlich gesichert, die möglichste Garantie der Dauer gewonnen wird. Derselbe kann aber dieses Interesse nur geltend machen, wenn er selbst die Anlage machen läßt, oder sich wenigstens bei der Ausführung betheiligt. Das ist auch in England als richtig anerkannt, und demgemäß ist das Verhältniß der Betheiligten, wenn auch in verschiedener Weise geordnet. Die gewöhnlichste Art der Ausgleichung ist die, daß der Grundbesitzer die Röhren liefert, und die Gräben machen läßt, der Pächter dagegen die Röhren legt, die Fuhren besorgt, und die Gräben wieder zuwirft. Der Pächter verzinst außerdem noch das vom Verpächter vorgeschossene Kapital mit 8 Procent.

Diese Vertheilung der Meliorationsarbeiten und Kosten, wie

sie in England häufig geschieht, scheint aber nicht ganz die richtige zu sein. Sie würde auch dort vielleicht schon in anderer Weise gemacht worden sein, wenn man über die Drainage vollständig im Reinen wäre. Das Interesse des Pächters verlangt die Ausführung der Arbeit, das des Verpächters Sicherheit und Dauer der Anlage. Natürlich muß also der Antheil beider so festgestellt werden, daß jeder von ihnen diejenigen Arbeiten übernimmt, welche auf den vorgesetzten Zweck eben wesentlichen Einfluß haben. Aus den oben bereits vielfach angeführten Gründen liegt die Garantie des Gelingens, der möglichsten Sicherheit und Dauer:

1) In dem richtigen Entwerfen des Planes;
2) In dem sorgfältigen Legen der Röhren;
3) In der zuverlässigen Aufsicht bei der Arbeit und
4) In der Anwendung von tadelfreiem Material.

Werden also von einem tüchtigen sachverständigen Techniker die nöthigen Untersuchungen und Nivellements gemacht, der Plan entworfen, die Grabenlinien abgesteckt, die erforderlichen Instruktionen ertheilt, während der Arbeit auch vielleicht noch revidirt, von einem zuverlässigen Aufseher die Grabenarbeiter angewiesen, und streng kontrollirt, die Röhren mit dem richtigen Gefälle und den möglichst engen Stoßfugen sorgfältig gelegt, werden endlich nur tüchtig gearbeitete und gut gebrannte Röhren angeschafft: so fallen die auf diesen Theil der Arbeiten u. s. w. treffenden Kosten dem Verpächter zur Last. Für den Pächter bleibt dann die Uebernahme der Fuhren und das Auswerfen und Wiederzufüllen der Gräben übrig. Nach den in unsern Gegenden sich herausstellenden Verhältnissen wird jeder dieser Antheile (Alles zu Geld gerechnet) pp. die Hälfte des Ganzen ausmachen.

Da aber der Pächter in der Regel schon in den ersten Jahren einen sehr bedeutenden, und in den folgenden noch einen großen Nutzen aus einer solchen Bodenverbesserung zieht, indem der dadurch erzielte Mehrertrag, welcher mit keinem größeren, als den schon früher nothwendigen Wirthschaftskosten gewonnen wird, nicht allein die Bruttoeinnahmen vermehrt, sondern ganz und gar als Reinertrag zu berechnen ist, so liegt es in der Natur der Sache, daß er von dem angelegten Kapital eine höhere Rente als gewöhnlich abgeben kann und muß. Nun muß aber eine jede landwirthschaftliche Melioration mindestens 10 Procent abwerfen, sowohl um das

dazu gebrauchte Kapital zu verzinsen, als auch, um dasselbe durch Rente zu amortisiren, da in der Oekonomie nur höhere Renten gewonnen, niemals aber neben der Erhaltung eines gleichen Kulturzustandes von dem Boden die ganzen hineingesteckten Kapitalien mit einem Male zurückgegeben werden.

Von der Drainage ist mit Sicherheit zu erwarten, daß sie diese Zinsen tragen werde, und es kommt nun darauf an, das Verhältniß festzustellen, in welchem die Interessenten an dem Genuß derselben Theil zu nehmen haben.

Verpächter und Pächter stehen dabei zu einander wie der Rentier oder Kapitalist zu dem Industriellen und Fabrikanten. Jener bezieht von seinem Kapital eine sichere und bestimmte Rente, dieser übernimmt die Arbeit, jenes Kapital lebendig zu machen und das damit unvermeidliche Risiko. Er muß also als Ersatz für diese Arbeit und dieses Risiko höhere Zinsen mit jenem Kapital erwerben, um zahlungsfähig zu bleiben. Das gilt auch von dem zur Drainage angewendeten Meliorationskapital, namentlich von dem Theile desselben, welchen der Verpächter vorgeschossen hat.

Das ganze Meliorationskapital wirft, wie vorher erwähnt, voraussichtlich 10 Procent ab, sowohl der Theil desselben, den der Verpächter, als auch der, den der Pächter verausgabt hat. Letzterer muß aber, wenn er auf solche Melioration eingehen soll, von seinem Gelde mindestens 10 Procent bekommen und außerdem noch 4 Procent zur Amortisation seines Anlagekapitals verwenden können. Es bleiben dann noch 6 Procent Zinsen für das von dem Verpächter zugeschossene Geld übrig, und das muß der Zinssatz sein, welchen der Pächter während seiner Pachtzeit zu zahlen hat. Dauert dann die Pachtzeit so lange, als dazu gehört, um das vom Pächter angewendete Kapital vollständig zu amortisiren, so tritt von dieser Zeit an der Verpächter bei einer neuen Verpachtung in den vollen Genuß der durch die Bodenverbesserung geschaffenen höheren Rente ein.

Läuft des Pächters Kontrakt vor diesem Zeitpunkte ab, so hat derselbe durch die Amortisation nur einen Theil seines angelegten Kapitals zurückerhalten. Es erscheint nur der Billigkeit gemäß, wenn der Verpächter ihm bei seinem Abzuge den Rest desselben auszahlt. Dabei ist aber darauf Rücksicht zu nehmen, daß wenn

jährlich 4 Procent Amortisation und immer die nämlichen Zinsen von 5 Procent des Anlagekapitals berechnet werden, wenn der Pächter jährlich also so viel zu viel giebt, als die Zinsen des amortisirten Kapitals betragen, dasselbe in weniger als 25 Jahren abgetragen sein muß, daß ferner nach Verlauf des ersten Jahres, in dem die Anlage gemacht, und noch kein Vortheil daraus gezogen ist, wohl Zins, aber noch keine Amortisation berechnet werden darf. Unter diesen Voraussetzungen wird das Anlagekapital in 19 Jahren reichlich amortisirt. Der Verpächter hat also für je 100 Thlr. vom Pächter angewendetes Kapital zurückzuzahlen, wenn der letztere im 1ten Jahre der Anlage abzieht, wieder

		100	Thlr.	—	Sgr.
Nach Verlauf des 2ten Jahres	. . . .	96	=	—	=
= = = 3ten =	. . . . . .	91	=	24	=
= = = 4ten =	. . . . . .	87	=	12	=
= = = 5ten =	. . . . . .	82	=	24	=
= = = 6ten =	. . . . . .	78	=	—	=
= = = 7ten =	. . . . . .	73	=	—	=
= = = 8ten =	. . . . . .	67	=	24	=
= = = 9ten =	. . . . . .	62	=	12	=
= = = 10ten =	. . . . . .	56	=	24	=
= = = 11ten =	. . . . . .	51	=	—	=
= = = 12ten =	. . . . . .	45	=	—	=
= = = 13ten =	. . . . . .	38	=	24	=
= = = 14ten =	. . . . . .	32	=	12	=
= = = 15ten =	. . . . . .	25	=	24	=
= = = 16ten =	. . . . . .	19	=	—	=
= = = 17ten =	. . . . . .	12	=	—	=
= = = 18ten =	. . . . . .	4	=	24	=

Nach Verlauf des 19ten Jahres ist das Kapital des Pächters amortisirt und der Verpächter braucht deshalb nichts mehr zurückzuzahlen.

Auf diese Weise dürfte die schwebende Frage zur Zufriedenheit beider Interessenten erledigt werden.

§ 37. Reparaturen.

Verfasser kann das Werk nicht schließen, ohne einige Worte über etwa im Laufe der Zeit nothwendig werdende Reparaturen

an den Drains hinzuzufügen. Im Allgemeinen ist die Furcht vor solchen Reparaturen und vor den dieselben veranlassenden Verstopfungen sehr groß, aber man kann wohl sagen, übertrieben. Zwar sind der Ursachen einer solchen Verstopfung bereits mannigfaltige aufgezählt. Dahin gehören diejenigen durch eingetriebenen Sand, durch Bildung von Pflanzen im fließenden Wasser der Drains, durch Niederschlag von kohlensaurem Kalk und von Eisenoxydhydrat und durch eingewachsene Baumwurzeln. Dazu kommt als Ursache auch noch das Verschieben oder Versinken schlecht gelegter, das Zusammenfallen schlecht gebrannter Röhren. Allein es ist in dem vorstehend beschriebenen Verfahren beim Anlegen der Drains eben so oft auch nachgewiesen, wodurch die Gefahr zu vermeiden, wenigstens bedeutend zu vermindern ist. Dessenungeachtet können solche Schäden vorkommen und Reparaturen manchmal nothwendig werden. In welcher Gegend eine Verstopfung sich gebildet, das ist, so lange die Nässe im Boden steckt, auf dem Felde sehr deutlich zu sehen, und es ist nur Aufgabe, gerade den schadhaften Fleck zu finden. Man muß sich zu dem Ende den höchsten Punkt der dadurch entstandenen nassen Stelle aufsuchen und so zeichnen, daß später, wenn der Boden abgetrocknet, oder das etwa darauf stehende Getreide abgeerntet ist, derselbe wieder aufgefunden werden kann, denn bis dahin ist die Reparatur gewöhnlich aufzuschieben, weil sie in dem mit Wasser übersättigten Boden nur mit großer Mühe durchgeführt werden kann. Es pflegt sich solche wieder naß gewordene Stelle auch später durch die schwächere Stoppel der Kulturpflanzen und durch das üppig gewachsene Unkraut deutlich erkennen zu lassen. Der Schade, welcher dadurch in dem einen Jahr entsteht, muß schon getragen werden. Ist der Boden soweit abgetrocknet, daß die Drains nur wenig laufen, so wird, um erst die Röhren zu finden, ein schmaler, tiefer Graben, wie zur Anlage von Drains, quer über die Richtung der Drains gemacht. Dieses Verfahren wird selbst dann noch nöthig werden, wenn durch einen Feldmesser nach einem vorhandenen genauen Plan die Lage des Drains aufgesucht worden ist, da es auch mit genauen Instrumenten wohl nur ausnahmsweise gelingen dürfte, den richtigen Fleck sogleich zu treffen. Jedenfalls würde dieses Letztere das Aufsuchen sehr vertheuern. Aus der Lage des Terrains wird sich in der Regel die Richtung der Röhrenstränge schon von selbst ergeben.

Es wird indeß das Auffinden ganz gewiß erleichtert, wenn man noch aus einer Skizze, welche bei der Anlage benutzt worden, sehen kann, wie weit die Gräben aus einander, wie tief und in welcher Richtung dieselben angelegt worden sind. Hat man so nur erst den alten Draingraben, der an der Beschaffenheit der eingefüllten Erde immer sehr leicht wieder zu erkennen ist, an einer Stelle gefunden, so läßt sich auch die Richtung des Röhrenstranges sehr bald ermitteln. Nachdem auch diese wieder aufgefunden, läßt man ein Loch von etwa 5 Fuß Länge und von der Breite des alten Draingrabens, beinahe an dem höchsten Punkte der nassen Stelle eingraben, bis man auf die Röhren selbst kommt. Findet man schon den Boden über den Röhren sehr naß, springt das Wasser aus den Stoßfugen in die Höhe und staut sich dasselbe über dem Röhrenstrange auf, sobald die Erde mit dem Spaten davon scharf entfernt wird, so liegt die Verstopfung weiter unterhalb. Man läßt dann in der Entfernung von einigen Ruthen ein zweites eben so großes Loch bis auf die Röhren hinab ausgraben, und sieht hier ebenfalls nach. Verhält sich die Sache ebenso, wie vorher beschrieben, so liegt die Verstopfung noch weiter unterhalb. Ist die Erde aber über den Röhren trocken, tritt auch aus den Fugen kein Wasser heraus, so liegt die schadhafte Stelle zwischen den beiden Löchern. Man kann sich durch das Herausnehmen einzelner Röhren auch von der Beschaffenheit derselben noch näher überzeugen.

Je nach Umständen gräbt man nun zwischen den ersten Löchern (im letzten Falle) oder weiter unterhalb (im ersteren) noch andere, bis man eine Stelle gefunden hat, wo aus einigen Stoßfugen das Wasser herausquillt, in andern aber wieder verschwindet. Auf der so beschaffenen Strecke wird sich der Fehler finden, sogleich beim Aufgraben selbst, wenn einzelne Röhren versackt sind, oder beim Herausnehmen derselben, wenn Sand oder Baumwurzeln oder anandere Ursachen der Verstopfung im Innern der Röhren liegen.

Die Fehler des Röhrenstranges müssen dann verbessert, die verstopfenden Körper hinausgeschafft, wenn möglich auch die Ursache der Verstopfung entfernt, die Röhren von neuem gelegt und wieder zugedeckt werden.

§ 38. Drainirung der Wege.

Oefter schon ist die Frage aufgeworfen, ob sich die Fahrwege

nicht drainiren und dadurch trockner halten lassen? Rührt die Nässe derselben von quelligem oder Grundwasser führendem Untergrunde her, welches bei anhaltend regnigem Wetter den Boden von unten herauf erweicht, so hilft das Drainiren ganz entschieden, man mag nun einen Drain gerade unter den Weg oder zwei auf beiden Seiten desselben legen. Es giebt solcher Stellen selbst in sandigem Boden eine Menge. Ist dagegen der Boden schwer, thoniger Natur, so wird das darauf stehenbleibende Wasser durch die Räder der hindurchfahrenden Wagen mit demselben durchgerührt. Die damit geschwängerten Wassertheile verschlämmen die Ritzen und Spalten des Untergrundes, verstopfen somit die Wege in die Tiefe immer von neuem, das Wasser sammelt sich daher in immer größrer Menge auf der Oberfläche. Die darin enthaltenen feinsten thonigen Sinkstoffe legen sich nieder, und bilden so lange sie es bleiben einen dünnen vollkommen undurchlässigen Bodensatz. Das Wasser kann allein durch Verdunstung entfernt werden, und wird, wenn diese schwach ist oder ganz fehlt, immer neue Veranlassung des Aufweichens. Hier hilft die Drainage gar nicht. Nur durch Wölben der Oberfläche, so daß das Wasser ablaufen muß, und durch Magerungsmittel, Auffahren von vielem Sand u. dergl. ist da zu helfen.

Tabelle A.

Berechnung der Wassermenge, welche in Einer Secunde abfließt, wenn eine überstaute Fläche in Einem Tage 1/4 Zoll hoch abläuft.

Größe der Fläche		Wassermenge pro Secunde	Größe der Fläche		Wassermenge pro Secunde	Größe der Fläche		Wassermenge pro Secunde	Größe der Fläche		Wassermenge pro Secunde
Mg.	□R.	Cubikfuß.	Mg.	□R.	Cubikfuß.	Mg.	□R.	Cubikfuß.	Mg.	□R.	Cubikfuß.
	10	0.00035		130	701		60	333	8		0.05000
	20	069		140	736		70	368		10	035
	30	104		150	771		80	403		20	069
	40	139		160	806		90	438		30	104
	50	174		170	840		100	472		40	139
	60	208					110	507		50	174
	70	243	3		0.01875		120	542		60	208
	80	278		10	910		130	577		70	243
	90	313		20	944		140	612		80	278
	100	347		30	979		150	647		90	313
	110	382		40	0.02014		160	682		100	347
	120	417		50	049		170	716		110	382
	130	451		60	083					120	417
	140	486		70	118	6		0.03750		130	451
	150	521		80	153		10	785		140	486
	160	556		90	188		20	819		150	521
	170	590		100	222		30	854		160	556
				110	257		40	889		170	590
1		0.00625		120	292		50	924			
	10	660		130	327		60	958	9		0.05625
	20	694		140	362		70	993		10	660
	30	729		150	397		80	0.04028		20	694
	40	764		160	432		90	063		30	729
	50	799		170	466		100	097		40	764
	60	833					110	132		50	799
	70	868	4		0.02500		120	167		60	833
	80	903		10	535		130	201		70	868
	90	938		20	569		140	236		80	903
	100	972		30	604		150	271		90	938
	110	0.01007		40	639		160	306		100	972
	120	042		50	674		170	340		110	0.06007
	130	077		60	708					120	042
	140	112		70	743	7		0.04375		130	077
	150	147		80	778		10	410		140	112
	160	182		90	813		20	444		150	147
	170	216		100	847		30	479		160	182
				110	882		40	514		170	216
2		0.01250		120	917		50	549			
	10	285		130	951		60	583	10		0.06250
	20	319		140	986		70	618		10	285
	30	354		150	0.03021		80	653		20	319
	40	389		160	056		90	688		30	354
	50	424		170	090		100	722		40	389
	60	485					110	757		50	424
	70	493	5		0.03125		120	792		60	458
	80	528		10	160		130	827		70	493
	90	563		20	194		140	862		80	528
	100	597		30	229		150	897		90	563
	110	632		40	264		160	932		100	597
	120	667		50	299		170	966		110	632

Größe der Fläche		Wassermenge pro Secunde	Größe der Fläche		Wassermenge pro Secunde	Größe der Fläche		Wassermenge pro Secunde	Größe der Fläche		Wassermenge pro Secunde
Mg.	□R.	Cubikfuß.	Mg.	□R.	Cubikfuß.	Mg.	□R.	Cubikfuß.	Mg.	□R.	Cubikfuß.
	120	667		50	299		170	966		100	597
	130	701		60	333					110	632
	140	736		70	368	16		0.10000		120	667
	150	771		80	403		10	035		130	701
	160	806		90	438		20	069		140	736
	170	840		100	472		30	104		150	771
				110	507		40	139		160	806
11		0.06875		120	542		50	174		170	840
	10	910		130	577		60	208			
	20	944		140	612		70	243	19		0.11875
	30	979		150	647		80	278		10	910
	40	0.07014		160	682		90	313		20	944
	50	049		170	716		100	347		30	979
	60	083					110	382		40	0.12014
	70	118	14		0.08750		120	417		50	049
	80	153		10	785		130	451		60	083
	90	188		20	819		140	486		70	118
	100	222		30	854		150	521		80	153
	110	257		40	889		160	556		90	188
	120	292		50	924		170	590		100	222
	130	327		60	958					110	257
	140	362		70	993	17		0.10625		120	292
	150	397		80	0.09028		10	660		130	327
	160	432		90	063		20	694		140	362
	170	466		100	097		30	729		150	397
				110	132		40	764		160	432
12		0.07500		120	167		50	799		170	466
	10	535		130	201		60	833			
	20	569		140	236		70	868	20		0.12500
	30	604		150	271		80	903		10	535
	40	639		160	306		90	938		20	569
	50	674		170	340		100	972		30	604
	60	708					110	0.11007		40	639
	70	743	15		0.09375		120	042		50	674
	80	778		10	410		130	077		60	708
	90	813		20	444		140	112		70	743
	100	847		30	479		150	147		80	778
	110	882		40	514		160	182		90	813
	120	917		50	549		170	216		100	847
	130	951		60	583					110	882
	140	986		70	618	18		0.11250		120	917
	150	0.08021		80	653		10	285		130	951
	160	056		90	688		20	319		140	986
	170	090		100	722		30	354		150	0.13021
				110	757		40	389		160	056
13		0.08125		120	792		50	424		170	090
	10	160		130	827		60	458			
	20	194		140	862		70	493	21		0.13125
	30	229		150	897		80	528		10	160
	40	264		160	932		90	563		20	194

Größe der Fläche		Wasser-menge pro Secunde	Größe der Fläche		Wasser-menge pro Secunde	Größe der Fläche		Wasser-menge pro Secunde	Größe der Fläche		Wasser-menge pro Secunde
Rg.	□R.	Cubikfuß.	Rg.	□R.	Cubikfuß.	Rg.	□R.	Cubikfuß.	Rg.	□R.	Cubikfuß.
	30	229		150	897		80	528	29		0.18125
	40	264		160	932		90	563		10	160
	50	299		170	966		100	597		20	194
	60	333					110	632		30	229
	70	368	24		0.15000		120	667		40	264
	80	403		10	035		130	701		50	299
	90	438		20	069		140	736		60	333
	100	472		30	104		150	771		70	368
	110	507		40	139		160	806		80	403
	120	542		50	174		170	840		90	438
	130	577		60	208					100	472
	140	612		70	243					110	507
	150	647		80	278	27		0.16875		120	542
	160	672		90	313		10	910		130	577
	170	716		100	347		20	944		140	612
				110	382		30	979		150	647
22		0.13750		120	417		40	0.17014		160	682
	10	785		130	451		50	049		170	716
	20	819		140	486		60	083			
	30	854		150	521		70	118	30		0.18750
	40	889		160	556		80	153		10	785
	50	924		170	590		90	188		20	819
	60	958					100	222		30	854
	70	993	25		0.15625		110	257		40	889
	80	0.14028		10	660		120	292		50	924
	90	063		20	694		130	327		60	958
	100	097		30	729		140	362		70	993
	110	132		40	764		150	397		80	0.19028
	120	167		50	799		160	432		90	063
	130	201		60	833		170	466		100	097
	140	236		70	868					110	132
	150	271		80	903					120	167
	160	306		90	938	28		0.17500		130	201
	170	340		100	972		10	535		140	236
				110	0.16007		20	569		150	271
23		0.14375		120	042		30	604		160	306
	10	410		130	077		40	639		170	340
	20	444		140	112		50	674			
	30	479		150	147		60	708	31		0.19375
	40	514		160	182		70	743		10	410
	50	549		170	216		80	778		20	444
	60	583					90	813		30	479
	70	618	26		0.16250		100	847		40	514
	80	653		10	285		110	882		50	549
	90	688		20	319		120	917		60	583
	100	722		30	354		130	951		70	618
	110	757		40	389		140	986		80	653
	120	792		50	424		150	0.18021		90	688
	130	827		60	458		160	056		100	722
	140	862		70	493		170	090		110	757

Größe der Fläche		Wassermenge pro Secunde	Größe der Fläche		Wassermenge pro Secunde	Größe der Fläche		Wassermenge pro Secunde	Größe der Fläche		Wassermenge pro Secunde
Mg.	□R.	Cubikfuß.	Mg.	□R.	Cubikfuß.	Mg.	□R.	Cubikfuß.	Mg.	□R.	Cubikfuß.
	120	792		50	424		170	090		100	722
	130	827		60	458					110	757
	140	862		70	493	37		0.23125		120	792
	150	897		80	528		10	160		130	827
	160	932		90	563		20	194		140	862
	170	966		100	597		30	229		150	897
				110	632		40	264		160	932
32		0.20000		120	667		50	299		170	966
	10	035		130	701		60	333			
	20	069		140	736		70	368	40		0.25000
	30	104		150	771		80	403		10	035
	40	139		160	806		90	438		20	069
	50	174		170	840		100	472		30	104
	60	208					110	507		40	139
	70	243	35		0.21875		120	542		50	174
	80	278		10	910		130	577		60	208
	90	313		20	944		140	612		70	243
	100	347		30	979		150	647		80	278
	110	382		40	0.22014		160	682		90	313
	120	417		50	049		170	716		100	347
	130	451		60	083					110	382
	140	486		70	118	38		0.23750		120	417
	150	521		80	153		10	785		130	451
	160	556		90	188		20	819		140	486
	170	590		100	222		30	854		150	521
				110	257		40	889		160	556
33		0.20625		120	292		50	924		170	590
	10	660		130	327		60	958			
	20	694		140	362		70	993	41		0.25625
	30	729		150	397		80	0.24028		10	660
	40	764		160	432		90	063		20	694
	50	799		170	466		100	097		30	729
	60	833					110	132		40	764
	70	868	36		0.22500		120	167		50	799
	80	903		10	535		130	201		60	833
	90	938		20	569		140	236		70	868
	100	972		30	604		150	271		80	903
	110	0.21007		40	639		160	306		90	938
	120	042		50	674		170	340		100	972
	130	077		60	708					110	0.26007
	140	112		70	743	39		0.24375		120	042
	150	147		80	778		10	410		130	077
	160	182		90	813		20	444		140	112
	170	216		100	847		30	479		150	147
				110	882		40	514		160	182
34		0.21250		120	917		50	549		170	216
	10	285		130	951		60	583			
	20	319		140	986		70	618	42		0.26250
	30	354		150	0.23021		80	653		10	285
	40	389		160	056		90	688		20	319

Größe der Fläche		Wasser-menge pro Secunde	Größe der Fläche		Wasser-menge pro Secunde	Größe der Fläche		Wasser-menge pro Secunde	Größe der Fläche		Wasser-menge pro Secunde
Mg.	□R.	Cubikfuß.	Mg.	□R.	Cubikfuß.	Mg.	□R.	Cubikfuß.	Mg.	□R.	Cubikfuß.
	30	354		150	0.28021		80	653		10	285
	40	389		160	056		90	688		20	319
	50	424		170	090		100	722		30	354
	60	458					110	757		40	389
	70	493	45		0.28125		120	792		50	424
	80	528		10	160		130	827		60	458
	90	563		20	194		140	862		70	493
	100	597		30	229		150	897		80	528
	110	632		40	264		160	932		90	563
	120	667		50	299		170	966		100	597
	130	701		60	333					110	632
	140	736		70	368	48		0.30000		120	667
	150	771		80	403		10	035		130	701
	160	806		90	438		20	069		140	736
	170	840		100	472		30	104		150	771
				110	507		40	139		160	806
43		0.26875		120	542		50	174		170	840
	10	910		130	577		60	208			
	20	944		140	612		70	243	51		0.31875
	30	979		150	647		80	278		10	910
	40	0.27014		160	682		90	313		20	944
	50	049		170	716		100	347		30	979
	60	083					110	382		40	0.32014
	70	118	46		0.28750		120	417		50	049
	80	153		10	785		130	451		60	083
	90	188		20	819		140	486		70	118
	100	222		30	854		150	521		80	153
	110	257		40	889		160	556		90	188
	120	292		50	924		170	590		100	222
	130	327		60	958					110	257
	140	362		70	993	49		0.30625		120	292
	150	397		80	0.29028		10	660		130	327
	160	432		90	063		20	694		140	362
	170	466		100	097		30	729		150	397
				110	132		40	764		160	432
44		0.27500		120	167		50	799		170	466
	10	535		130	201		60	833			
	20	569		140	236		70	868	52		0.32500
	30	604		150	271		80	903		10	535
	40	639		160	306		90	938		20	569
	50	674		170	340		100	972		30	604
	60	708					110	0.31007		40	639
	70	743	47		0.29375		120	042		50	674
	80	778		10	410		130	077		60	708
	90	813		20	444		140	112		70	743
	100	847		30	479		150	147		80	778
	110	882		40	514		160	182		90	813
	120	917		50	549		170	216		100	847
	130	951		60	583					110	882
	140	986		70	618	50		0.31250		120	917

Größe der Fläche		Wassermenge pro Secunde	Größe der Fläche		Wassermenge pro Secunde	Größe der Fläche		Wassermenge pro Secunde	Größe der Fläche		Wassermenge pro Secunde
Mg.	□R.	Cubikfuß.	Mg.	□R.	Cubikfuß.	Mg.	□R.	Cubikfuß.	Mg.	□R.	Cubikfuß.
	130	951		60	583	58		0.36250		120	917
	140	986		70	618		10	285		130	951
	150	0.33021		80	653		20	319		140	986
	160	056		90	688		30	354		150	0.38021
	170	090		100	722		40	389		160	056
				110	757		50	424		170	090
53		0.33125		120	792		60	458			
	10	160		130	827		70	493	61		0.38125
	20	194		140	862		80	528		10	160
	30	229		150	897		90	563		20	194
	40	264		160	932		100	597		30	229
	50	299		170	966		110	632		40	264
	60	333					120	667		50	299
	70	368	56		0.35000		130	701		60	333
	80	403		10	035		140	736		70	368
	90	438		20	069		150	771		80	403
	100	472		30	104		160	806		90	438
	110	507		40	139		170	840		100	472
	120	542		50	174					110	507
	130	577		60	208	59		0.37875		120	542
	140	612		70	243		10	910		130	577
	150	647		80	278		20	944		140	612
	160	682		90	313		30	979		150	647
	170	716		100	347		40	0.38014		160	682
				110	382		50	049		170	716
54		0.33750		120	417		60	083			
	10	785		130	451		70	118	62		0.38750
	20	819		140	486		80	153		10	785
	30	854		150	521		90	188		20	819
	40	889		160	556		100	222		30	854
	50	924		170	590		110	257		40	889
	60	958					120	292		50	924
	70	993	57		0.35625		130	327		60	958
	80	0.34028		10	660		140	362		70	993
	90	063		20	694		150	397		80	0.39028
	100	097		30	729		160	432		90	063
	110	132		40	764		170	466		100	097
	120	167		50	799					110	132
	130	201		60	833	60		0.37500		120	167
	140	236		70	868		10	535		130	201
	150	271		80	903		20	569		140	236
	160	306		90	938		30	604		150	271
	170	340		100	972		40	639		160	306
				110	0.36007		50	674		170	340
55		0.34375		120	042		60	708			
	10	410		130	077		70	743	63		0.39375
	20	444		140	112		80	778		10	410
	30	479		150	147		90	813		20	444
	40	514		160	182		100	847		30	479
	50	549		170	216		110	882		40	514

Größe der Fläche		Wassermenge pro Secunde	Größe der Fläche		Wassermenge pro Secunde	Größe der Fläche		Wassermenge pro Secunde	Größe der Fläche		Wassermenge pro Secunde
Mg.	□R.	Cubikfuß.	Mg.	□R.	Cubikfuß.	Mg.	□R.	Cubikfuß.	Mg.	□R.	Cubikfuß.
	50	549		170	216		100	847		30	479
	60	583					110	882		40	514
	70	618	66		0.41250		120	917		50	549
	80	653		10	285		130	951		60	583
	90	688		20	319		140	986		70	618
	100	722		30	354		150	0.43021		80	653
	110	757		40	389		160	056		90	688
	120	792		50	424		170	090		100	722
	130	827		60	458					110	757
	140	862		70	493	69		0.43125		120	792
	150	897		80	528		10	160		130	827
	160	932		90	563		20	194		140	862
	170	966		100	597		30	229		150	897
				110	632		40	264		160	932
64		0.40000		120	667		50	299		170	966
	10	035		130	701		60	333			
	20	069		140	736		70	368	72		0.45000
	30	104		150	771		80	403		10	035
	40	139		160	806		90	438		20	069
	50	174		170	840		100	472		30	104
	60	208					110	507		40	139
	70	243	67		0.41875		120	542		50	174
	80	278		10	910		130	577		60	208
	90	313		20	944		140	612		70	243
	100	347		30	977		150	647		80	278
	110	382		40	0.42014		160	682		90	313
	120	417		50	049		170	716		100	347
	130	451		60	083					110	382
	140	486		70	118	70		0.43750		120	417
	150	521		80	153		10	785		130	451
	160	556		90	188		20	819		140	486
	170	590		100	222		30	854		150	521
				110	257		40	889		160	556
65		0.40625		120	292		50	924		170	590
	10	660		130	327		60	958			
	20	694		140	362		70	993	73		0.45625
	30	729		150	397		80	0.44028		10	660
	40	764		160	432		90	063		20	694
	50	799		170	466		100	097		30	729
	60	833					110	132		40	764
	70	868	68		0.42500		120	167		50	799
	80	903		10	535		130	201		60	833
	90	938		20	569		140	236		70	868
	100	972		30	604		150	271		80	903
	110	0.41007		40	639		160	306		90	938
	120	042		50	674		170	340		100	972
	130	077		60	708					110	0.46007
	140	112		70	743	71		0.44375		120	042
	150	147		80	778		10	410		130	077
	160	182		90	813		20	444		140	112

Größe der Fläche		Wassermenge pro Secunde	Größe der Fläche		Wassermenge pro Secunde	Größe der Fläche		Wassermenge pro Secunde	Größe der Fläche		Wassermenge pro Secunde
Mg.	□R.	Cubikfuß.	Mg.	□R.	Cubikfuß.	Mg.	□R.	Cubikfuß.	Mg.	□R.	Cubikfuß.
	150	147		80	778		10	410		130	077
	160	182		90	813		20	444		140	112
	170	216		100	847		30	479		150	147
				110	882		40	514		160	182
74		0.46250		120	917		50	549		170	216
	10	285		130	951		60	583			
	20	319		140	986		70	618	82		0.51250
	30	354		150	0.48021		80	653		10	285
	40	389		160	056		90	688		20	319
	50	424		170	090		100	722		30	354
	60	458					110	757		40	389
	70	493	77		0.48125		120	792		50	424
	80	528		10	160		130	827		60	458
	90	563		20	194		140	862		70	493
	100	597		30	229		150	897		80	528
	110	632		40	264		160	932		90	563
	120	667		50	299		170	966		100	597
	130	701		60	333					110	632
	140	736		70	368	80		0.50000		120	667
	150	771		80	403		10	035		130	701
	160	806		90	438		20	069		140	736
	170	840		100	472		30	104		150	771
				110	507		40	139		160	806
75		0.46875		120	542		50	174		170	840
	10	910		130	577		60	208			
	20	944		140	612		70	243	83		0.51875
	30	979		150	647		80	278		10	910
	40	0.47014		160	682		90	313		20	944
	50	049		170	716		100	347		30	979
	60	083					110	382		40	0.52014
	70	118	78		0.48750		120	417		50	049
	80	153		10	785		130	451		60	083
	90	188		20	819		140	486		70	118
	100	222		30	854		150	521		80	153
	110	257		40	889		160	556		90	188
	120	292		50	924		170	590		100	222
	130	327		60	958					110	257
	140	362		70	9 3	81		0.50625		120	292
	150	397		80	0.49028		10	660		130	327
	160	432		90	063		20	694		140	362
	170	467		100	097		30	729		150	397
				110	132		40	764		160	432
76		0.47500		120	167		50	799		170	466
	10	535		130	201		60	833			
	20	569		140	236		70	868	84		0.52500
	30	604		150	271		80	903		10	535
	40	639		160	307		90	938		20	569
	50	674		170	340		100	972		30	604
	60	708					110	0.51007		40	639
	70	743	79		0.49375		120	042		50	674

Größe der Fläche		Wassermenge pro Secunde	Größe der Fläche		Wassermenge pro Secunde	Größe der Fläche		Wassermenge pro Secunde	Größe der Fläche		Wassermenge pro Secunde
Mg.	□R.	Cubikfuß.	Mg.	□R.	Cubikfuß.	Mg.	□R.	Cubikfuß.	Mg.	□R.	Cubikfuß.
	60	708	87		0.54375		120	042		50	674
	70	743		10	410		130	077		60	708
	80	778		20	444		140	112		70	743
	90	813		30	479		150	147		80	778
	100	847		40	514		160	182		90	813
	110	882		50	549		170	216		100	847
	120	917		60	583					110	882
	130	951		70	618	90		0.56250		120	917
	140	986		80	653		10	285		130	951
	150	0.53021		90	688		20	319		140	986
	160	056		100	722		30	354		150	0.58021
	170	090		110	757		40	389		160	056
				120	792		50	424		170	090
85		0.53125		130	827		60	458	93		0.58125
	10	160		140	862		70	493		10	160
	20	194		150	897		80	528		20	194
	30	229		160	932		90	563		30	229
	40	264		170	966		100	597		40	264
	50	299					110	632		50	299
	60	333	88		0.55000		120	667		60	333
	70	368		10	035		130	701		70	368
	80	403		20	069		140	736		80	403
	90	438		30	104		150	771		90	438
	100	472		40	139		160	806		100	472
	110	507		50	174		170	840		110	507
	120	542		60	208					120	542
	130	577		70	243	91		0.56875		130	577
	140	612		80	278		10	910		140	612
	150	647		90	313		20	944		150	647
	160	682		100	347		30	979		160	682
	170	716		110	382		40	0.57014		170	716
				120	417		50	049			
86		0.53750		130	451		60	083	94		0.58750
	10	785		140	486		70	118		10	785
	20	819		150	521		80	153		20	819
	30	854		160	556		90	188		30	854
	40	889		170	590		100	222		40	889
	50	924					110	257		50	924
	60	958	89		0.55625		120	292		60	958
	70	993		10	660		130	327		70	993
	80	0.54028		20	694		140	362		80	0.59028
	90	063		30	729		150	397		90	063
	100	097		40	764		160	432		100	097
	110	132		50	799		170	466		110	132
	120	167		60	833					120	167
	130	201		70	868	92		0.57500		130	201
	140	236		80	903		10	535		140	236
	150	271		90	938		20	569		150	271
	160	306		100	972		30	604		160	302
	170	340		110	0.56007		40	639		170	340

Größe der Fläche		Wassermenge pro Secunde	Größe der Fläche		Wassermenge pro Secunde	Größe der Fläche		Wassermenge pro Secunde	Größe der Fläche		Wassermenge pro Secunde
Mg.	□R.	Cubikfuß.	Mg.	□R.	Cubikfuß.	Mg.	□R.	Cubikfuß.	Mg.	□R.	Cubikfuß.
95		0.59375		50	174		100	972		150	771
	10	410		60	208		110	0.61007		160	806
	20	444		70	243		120	042		170	840
	30	479		80	278		130	077			
	40	514		90	313		140	112	99		0.61875
	50	549		100	347		150	147		10	910
	60	583		110	382		160	182		20	944
	70	618		120	417		170	216		30	979
	80	653		130	451					40	0.62014
	90	688		140	486	98		0.61250		50	049
	100	722		150	521		10	285		60	083
	110	757		160	556		20	319		70	118
	120	792		170	590		30	354		80	153
	130	827					40	389		90	188
	140	862	97		0.60625		50	424		100	222
	150	897		10	660		60	458		110	257
	160	932		20	694		70	493		120	292
	170	966		30	729		80	528		130	327
				40	764		90	563		140	362
96		0.60000		50	799		100	597		150	397
	10	035		60	833		110	632		160	432
	20	069		70	868		120	667		170	466
	30	104		80	903		130	701			
	40	139		90	938		140	736	100		0.62500

Tabelle B.

der in Einer Secunde aus Drains von verschiedener Weite bei verschiedenem Gefälle ausfließenden Wassermenge, welche als wirkliche anzunehmen ist.

Weite der Röhren	bei 100 Fuß	bei 90 Fuß	bei 80 Fuß	bei 70 Fuß	bei 60 Fuß	bei 50 Fuß	bei 40 Fuß	bei 30 Fuß	bei 25 Fuß	bei 20 Fuß	bei 15 Fuß	bei 10 Fuß	bei 8 Fuß	bei 6 Fuß	bei 5 Fuß	bei 4 Fuß	bei 3 Fuß	bei 2 Fuß	bei 1 Fuß
	Gefälle auf 100 Ruthen.																		
Zoll	Cubikfuß	Cubikfuß	Cubikfuß	Cubikfuß	Cubikfuß	Cubikfuß	Cubikfuß	Cubikfuß	Cubikfuß	Cubikfuß	Cubikfuß	Cubikfuß	Cubikfuß	Cubikfuß	Cubikfuß	Cubikfuß	Cubikfuß	Cubikfuß	Cubikfuß
1	0.0137	0.0130	0.0123	0.0114	0.0106	0.0097	0.0087	0.0075	0.0069	0.0061	0.0053	0.0043	0.0039	0.0033	0.0030	0.0027			
1½	0.0400	0.0380	0.0358	0.0335	0.0310	0.0283	0.0253	0.0220	0.0200	0 0179	0.0155	0.0128	0.0113	0.0098	0.0089	0.0080	0.0070	0.0058	0.0040
2	0.0868	0.0824	0.0777	0.0727	0.0673	0.0614	0.0550	0 0476	0.0434	0.0388	0.0337	0.0275	0.0245	0.0213	0.0194	0.0174	0.0150	0.0123	0.0087
3	0.2546	0.2415	0.2277	0.2130	0.1972	0.1800	0.1610	0.1394	0.1273	0.1138	0.0986	0.0805	0.0720	0.0623	0.0570	0.0509	0.0441	0.0360	0.0254
4	0.5425	0.5147	0.4852	0.4539	0.4202	0.3836	0.3431	0.2972	0.2712	0.2426	0.2101	0.1716	0.1534	0.1330	0.1213	0.1085	0.0936	0.0767	0.0543
5	0.9677	0.9181	0.8655	0.8097	0 7496	0.6843	0.6120	0.5301	0.4839	0.4328	0.3748	0.3060	0.2735	0.2371	0.2164	0.1935	0.1677	0.1369	0.0968
6	1.5592	1.4792	1.3947	1.3044	1.2078	1.1025	0.9861	0.8539	0.7796	0.6973	0.6038	0.4931	0.4461	0.3819	0.3486	0.3118	0.2700	0.2205	0.1559
7	2.3253	2.2009	2.0750	1.9410	1.7970	1.6404	1.4673	1.2707	1.1600	1.0375	0.8985	0.7337	0.6562	0.5683	0.5188	0.4640	0.4019	0.3281	0.2320
8	3.2688	3.1011	2.9237	2.7349	2.5321	2.3115	2.0676	1.7905	1.6344	1.4619	1.2660	1.0337	0.9246	0.8007	0.7310	0.6538	0.5662	0.4632	0.3269
9	4.4200	4.1841	3.9488	3.6980	3.4236	3.1254	2 7955	2.4209	2.2100	1.7966	1.7117	1.3977	1.2503	1.0826	0.9884	0.8840	0.7665	0.6251	0.4420

Tabelle C.

Zulässige Länge 1zölliger Röhren.

Entfernung der Drains	bei 100 Fuß	bei 90 Fuß	bei 80 Fuß	bei 70 Fuß	bei 60 Fuß	bei 50 Fuß	bei 40 Fuß	bei 30 Fuß	bei 25 Fuß	bei 20 Fuß	bei 15 Fuß	bei 10 Fuß	bei 8 Fuß	bei 6 Fuß	bei 5 Fuß	bei 4 Fuß	bei 3 Fuß	bei 2 Fuß	bei 1 Fuß
	Gefälle auf 100 Ruthen.																		
Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen
4.	99	94	89	83	77	70	63	54	50	44	39	31	29	25	22	20	18		
4.5	88	83	79	73	69	62	56	48	45	39	35	28	26	22	20	18	16		
5.	79	75	71	66	62	56	50	43	40	35	31	25	23	20	18	16	14		
5.5	72	68	65	60	56	51	46	39	36	31	28	23	21	18	17	15	13		
6.	66	63	59	55	51	47	42	36	33	29	26	21	19	17	15	14	12		
6.5	61	58	55	51	47	43	39	33	31	27	24	19	17	15	14	13	11		
7.	56	53	51	47	44	40	36	31	29	25	22	18	16	14	13	12	10		
7.5	53	50	47	44	41	37	33	29	27	23	21	17	15	13	12	11	10		
8.	49	47	44	41	39	35	31	27	25	22	20	16	14	13	11	10	9		
8.5	46	44	42	39	37	33	29	25	23	20	18	15	14	12	11	10	9		
9.	44	42	40	37	35	31	27	24	22	19	17	14	13	11	10	9	8		
9.5	42	40	38	35	33	29	26	23	21	18	16	13	12	11	10	9	8		
10.	40	38	36	33	31	28	25	22	20	17	15	13	12	10	9	8	7		

Tabelle D.

Zulässige Länge 1½ zölliger Röhren.

Entfernung der Drains	bei 100 Fuß	bei 90 Fuß	bei 80 Fuß	bei 70 Fuß	bei 60 Fuß	bei 50 Fuß	bei 40 Fuß	bei 30 Fuß	bei 25 Fuß	bei 20 Fuß	bei 15 Fuß	bei 10 Fuß	bei 8 Fuß	bei 6 Fuß	bei 5 Fuß	bei 4 Fuß	bei 3 Fuß	bei 2 Fuß	bei 1 Fuß
	Gefälle auf 100 Ruthen.																		
Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen
4.	289	274	258	241	223	204	187	158	144	129	112	91	82	71	65	58	50	42	30
4.5	255	243	229	215	198	181	162	140	128	115	99	81	73	63	57	51	45	37	26
5.	231	219	206	193	179	163	146	126	115	103	89	73	65	56	51	46	40	34	24
5.5	210	199	187	175	162	148	133	115	105	94	81	66	59	51	47	42	37	31	22
6.	192	183	172	161	149	136	122	106	96	86	74	61	54	47	43	38	34	28	20
6.5	177	169	159	149	138	126	112	97	88	79	69	56	50	43	40	35	31	26	18
7.	165	157	147	138	128	117	104	90	82	74	64	52	46	40	37	33	29	24	17
7.5	154	146	138	129	119	109	97	84	77	69	60	49	43	37	34	31	27	22	16
8.	144	137	129	121	112	102	91	79	72	64	56	46	41	35	32	29	25	21	15
8.5	136	129	121	114	105	96	86	74	68	60	53	43	38	33	30	27	23	20	14
9.	129	122	115	107	99	91	81	70	64	57	50	41	36	31	28	26	22	19	13
9.5	122	116	109	102	94	86	77	66	61	54	47	39	34	29	27	24	21	18	12
10.	116	110	103	97	89	82	73	63	58	52	45	37	30	28	26	23	20	17	12

Tabelle E.

Zulässige Länge 2zölliger Röhren.

Entfernung der Drains	bei 100 Fuß	bei 90 Fuß	bei 80 Fuß	bei 70 Fuß	bei 60 Fuß	bei 50 Fuß	bei 40 Fuß	bei 30 Fuß	bei 25 Fuß	bei 20 Fuß	bei 15 Fuß	bei 10 Fuß	bei 8 Fuß	bei 6 Fuß	bei 5 Fuß	bei 4 Fuß	bei 3 Fuß	bei 2 Fuß	bei 1 Fuß
	Gefälle auf 100 Ruthen.																		
Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen
4.	625	594	560	524	485	442	396	342	312	280	243	198	176	154	140	123	108	89	63
4.5	556	528	497	465	431	393	352	304	278	248	216	176	157	136	124	111	96	79	56
5.	500	475	448	419	388	354	317	274	250	224	194	159	141	123	112	100	86	71	50
5.5	455	432	407	381	352	321	288	249	227	203	176	144	128	112	102	91	78	64	46
6.	417	396	373	349	323	295	264	228	208	186	162	132	118	102	93	83	72	59	42
6.5	385	365	344	322	298	272	244	211	192	172	150	122	109	94	86	77	67	55	39
7.	357	339	320	299	278	253	226	196	179	160	139	113	101	88	80	71	62	51	36
7.5	333	317	299	279	258	236	211	183	167	149	129	106	94	82	75	67	58	47	34
8.	313	297	280	262	242	221	198	171	156	140	121	99	88	77	70	63	54	44	32
8.5	294	280	263	246	228	208	186	161	147	132	114	93	83	72	66	59	51	41	30
9.	277	264	249	233	215	196	176	152	139	124	108	88	78	68	62	56	48	39	28
9.5	263	250	236	221	204	186	167	144	132	118	102	83	74	64	59	53	45	37	26
10.	250	237	224	209	194	177	159	137	125	112	97	79	71	61	56	50	43	35	25

Tabelle D.

Zulässige Länge $1^1/_2$ zölliger Röhren.

Entfernung der Drains	bei 100 Fuß	bei 90 Fuß	bei 80 Fuß	bei 70 Fuß	bei 60 Fuß	bei 50 Fuß	bei 40 Fuß	bei 30 Fuß	bei 25 Fuß	bei 20 Fuß	bei 15 Fuß	bei 10 Fuß	bei 8 Fuß	bei 6 Fuß	bei 5 Fuß	bei 4 Fuß	bei 3 Fuß	bei 2 Fuß	bei 1 Fuß
	Gefälle auf 100 Ruthen.																		
Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen
4.	289	274	258	241	223	204	187	158	144	129	112	91	82	71	65	58	50	42	30
4.5	255	243	229	215	198	181	162	140	128	115	99	81	73	63	57	51	45	37	26
5.	231	219	206	193	179	163	146	126	115	103	89	73	65	56	51	46	40	34	24
5.5	210	199	187	175	162	148	133	115	105	94	81	66	59	51	47	42	37	31	22
6.	192	183	172	161	149	136	122	106	96	86	74	61	54	47	43	38	34	28	20
6.5	177	169	159	149	138	126	112	97	88	79	69	56	50	43	40	35	31	26	18
7.	165	157	147	138	128	117	104	90	82	74	64	52	46	40	37	33	29	24	17
7.5	154	146	138	129	119	109	97	84	77	69	60	49	43	37	34	31	27	22	16
8.	144	137	129	121	112	102	91	79	72	64	56	46	41	35	32	29	25	21	15
8.5	136	129	121	114	105	96	86	74	68	60	53	43	38	33	30	27	23	20	14
9.	129	122	115	107	99	91	81	70	64	57	50	41	36	31	28	26	22	19	13
9.5	122	116	109	102	94	86	77	66	61	54	47	39	34	29	27	24	21	18	12
10.	116	110	103	97	89	82	73	63	58	52	45	37	30	28	26	23	20	17	12

Tabelle E.

Zulässige Länge 2zölliger Röhren.

Entfernung der Drains	bei 100 Fuß	bei 90 Fuß	bei 80 Fuß	bei 70 Fuß	bei 60 Fuß	bei 50 Fuß	bei 40 Fuß	bei 30 Fuß	bei 25 Fuß	bei 20 Fuß	bei 15 Fuß	bei 10 Fuß	bei 8 Fuß	bei 6 Fuß	bei 5 Fuß	bei 4 Fuß	bei 3 Fuß	bei 2 Fuß	bei 1 Fuß
	Gefälle auf 100 Ruthen.																		
Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen
4.	625	594	560	524	485	442	396	342	312	280	243	198	176	154	140	123	108	89	63
4.5	556	528	497	465	431	393	352	304	278	248	216	176	157	136	124	111	96	79	56
5.	500	475	448	419	388	354	317	274	250	224	194	159	141	123	112	100	86	71	50
5.5	455	432	407	381	352	321	288	249	227	203	176	144	128	112	102	91	78	64	46
6.	417	396	373	349	323	295	264	228	208	186	162	132	118	102	93	83	72	59	42
6.5	385	365	344	322	298	272	244	211	192	172	150	122	109	94	86	77	67	55	39
7.	357	339	320	299	278	253	226	196	179	160	139	113	101	88	80	71	62	51	36
7.5	333	317	299	279	258	236	211	183	167	149	129	106	94	82	75	67	58	47	34
8.	313	297	280	262	242	221	198	171	156	140	121	99	88	77	70	63	54	44	32
8.5	294	280	263	246	228	208	186	161	147	132	114	93	83	72	66	59	51	41	30
9.	277	264	249	233	215	196	176	152	139	124	108	88	78	68	62	56	48	39	28
9.5	263	250	236	221	204	186	167	144	132	118	102	83	74	64	59	53	45	37	26
10.	250	237	224	209	194	177	159	137	125	112	97	79	71	61	56	50	43	35	25

Tabellen

der Wassermengen u. s. w. reduzirt auf Mecklenburger Maaß

von

Plagemann.

1 Schachtruthe Preußisch	= 180,658	Cubikfuß	Mecklenburgisch
1 Cubikfuß "	= 1,25457	Cubikfuß	"
1 Preußischer Morgen	= 117,776	□Ruthen	"
1 " □Ruthe	= 0,65431	□Ruthen	"
1 " Ruthe	= 12,94233	Fuß	"
1 " Fuß	= 1,07853	Fuß	"
1 " Zoll	= 1,07853	Zoll	"
1 Quart Preußisch	= 1,26518	Pott	"

I.

Berechnung der Wassermenge, welche in Einer Secunde abfließen muß, wenn eine bestimmte mit Wasser überstaute Fläche ¼ Zoll (Preußisch) hoch ablaufen soll.

Größe der Fläche	Wassermenge pro Secunde	Größe der Fläche	Wassermenge pro Secunde	Größe der Fläche	Wassermenge pro Secunde	Größe der Fläche	Wassermenge pro Secunde
□Ruthen	Cubikfuß	□Ruthen	Cubikfuß	□Ruthen	Cubikfuß	□Ruthen	Cubikfuß
10	0.00067	370	0.02463	730	0.04860	1090	0.07257
20	0.00133	380	0.02530	740	0.04927	1100	0.07323
30	0.00200	390	0.02596	750	0.04993	1110	0.07390
40	0.00266	400	0.02663	760	0.05060	1120	0.07457
50	0.00333	410	0.02730	770	0.05126	1130	0.07523
60	0.00399	420	0.02796	780	0.05193	1140	0.07590
70	0.00466	430	0.02863	790	0.05260	1150	0.07656
80	0.00533	440	0.02929	800	0.05326	1160	0.07723
90	0.00599	450	0.02996	810	0.05393	1170	0.07789
100	0.00666	460	0.03062	820	0.05459	1180	0.07856
110	0.00732	470	0.03129	830	0.05526	1190	0.07923
120	0.00799	480	0.03196	840	0.05592	1200	0.07989
130	0.00865	490	0.03262	850	0.05659	1210	0.08056
140	0.00932	500	0.03329	860	0.05726	1220	0.08122
150	0.00999	510	0.03395	870	0.05792	1230	0.08189
160	0.01065	520	0.03462	880	0.05859	1240	0.08255
170	0.01132	530	0.03529	890	0.05925	1250	0.08322
180	0.01198	540	0.03595	900	0.05992	1260	0.08389
190	0.01265	550	0.03662	910	0.06058	1270	0.08455
200	0.01332	560	0.03728	920	0.06125	1280	0.08522
210	0.01398	570	0.03795	930	0.06192	1290	0.08588
220	0.01465	580	0.03861	940	0.06258	1300	0.08655
230	0.01531	590	0.03928	950	0.06325	1310	0.08721
240	0.01598	600	0.03995	960	0.06391	1320	0.08788
250	0.01664	610	0.04061	970	0.06458	1330	0.08855
260	0.01731	620	0.04128	980	0.06524	1340	0.08921
270	0.01798	630	0.04194	990	0.06591	1350	0.08988
280	0.01864	640	0.04261	1000	0.06658	1360	0.09051
290	0.01931	650	0.04327	1010	0.06724	1370	0.09121
300	0.01997	660	0.04394	1020	0.06791	1380	0.09188
310	0.02064	670	0.04461	1030	0.06857	1390	0.09254
320	0.02130	680	0.04527	1040	0.06924	1400	0.09321
330	0.02197	690	0.04594	1050	0.06990	1410	0.09387
340	0.02264	700	0.04660	1060	0.07057	1420	0.09454
350	0.02330	710	0.04727	1070	0.07124	1430	0.09520
360	0.02397	720	0.04793	1080	0.07190	1440	0.09587

Größe der Fläche	Wassermenge pro Secunde	Größe der Fläche	Wassermenge pro Secunde	Größe der Fläche	Wassermenge pro Secunde	Größe der Fläche	Wassermenge pro Secunde
□Ruthen	Cubikfuß	□Ruthen	Cubikfuß	□Ruthen	Cubikfuß	□Ruthen	Cubikfuß
1450	0.09654	1950	0.12982	2450	0 16311	2950	0.19640
1460	0.09720	1960	0.13049	2460	0.16378	2960	0.19706
1470	0.09787	1970	0.13115	2470	0.16444	2970	0.19773
1480	0.09853	1980	0.13182	2480	0.16511	2980	0.19840
1490	0.09920	1990	0.13249	2490	0.16577	2990	0.19906
1500	0.09986	2000	0.13315	2500	0.16644	3000	0.19973
1510	0.10053	2010	0.13382	2510	0.16711	3010	0.20039
1520	0.10120	2020	0.13448	2520	0.16777	3020	0.20106
1530	0.10186	2030	0.13515	2530	0.16844	3030	0.20173
1540	0.10253	2040	0.13582	2540	0.16910	3040	0.20239
1550	0.10319	2050	0.13648	2550	0.16977	3050	0.20306
1560	0.10386	2060	0.13715	2560	0.17043	3060	0.20372
1570	0.10452	2070	0.13781	2570	0.17110	3070	0.20439
1580	0.10519	2080	0.13848	2580	0.17177	3080	0.20505
1590	0.10586	2090	0.13914	2590	0.17243	3090	0.20572
1600	0.10652	2100	0.13981	2600	0.17310	3100	0.20639
1610	0.10719	2110	0.14047	2610	0.17376	3110	0.20705
1620	0.10785	2120	0.14114	2620	0.17443	3120	0.20772
1630	0.10852	2130	0.14181	2630	0.17509	3130	0.20838
1640	0.10918	2140	0.14247	2640	0.17576	3140	0.20905
1650	0.10985	2150	0.14314	2650	0.17643	3150	0.20971
1660	0.11052	2160	0.14380	2660	0.17709	3160	0.21038
1670	0.11118	2170	0.14447	2670	0.17776	3170	0.21105
1680	0.11185	2180	0.14514	2680	0.17842	3180	0.21171
1690	0.11251	2190	0.14580	2690	0.17909	3190	0.21238
1700	0.11318	2200	0.14647	2700	0.17976	3200	0.21304
1710	0.11384	2210	0.14713	2710	0.18042	3210	0.21371
1720	0.11451	2220	0.14780	2720	0.18109	3220	0.21437
1730	0.11518	2230	0.14846	2730	0.18175	3230	0.21504
1740	0.11584	2240	0.14913	2740	0.18242	3240	0.21571
1750	0.11651	2250	0.14980	2750	0.18308	3250	0.21637
1760	0.11717	2260	0.15046	2760	0.18375	3260	0.21704
1770	0.11784	2270	0.15113	2770	0.18442	3270	0.21770
1780	0.11851	2280	0.15179	2780	0.18508	3280	0.21837
1790	0.11917	2290	0.15246	2790	0.18575	3290	0.21904
1800	0.11984	2300	0.15312	2800	0.18641	3300	0.21970
1810	0.12050	2310	0.15379	2810	0.18708	3310	0.22037
1820	0.12117	2320	0.15446	2820	0.18774	3320	0.22103
1830	0.12183	2330	0.15512	2830	0.18841	3330	0.22170
1840	0.12250	2340	0.15579	2840	0.18908	3340	0.22236
1850	0.12317	2350	0.15645	2850	0.18974	3350	0.22303
1860	0.12383	2360	0.15712	2860	0.19041	3360	0.22370
1870	0.12450	2370	0.15779	2870	0.19107	3370	0.22436
1880	0 12516	2380	0.15845	2880	0.19174	3380	0.22503
1890	0.12583	2390	0.15912	2890	0.19240	3390	0.22569
1900	0.12649	2400	0.15978	2900	0.19307	3400	0.22636
1910	0.12716	2410	0.16045	2910	0.19374	3410	0.22702
1920	0.12783	2420	0.16111	2920	0.19440	3420	0.22769
1930	0.12849	2430	0.16178	2930	0.19507	3430	0.22836
1940	0.12916	2440	0.16245	2940	0.19573	3440	0.22902

Größe der Fläche	Wasser-menge pro Secunde	Größe der Fläche	Wasser-menge pro Secunde	Größe der Fläche	Wasser-menge pro Secunde	Größe der Fläche	Wasser-menge pro Secunde
□Ruthen	Cubikfuß	□Ruthen	Cubikfuß	□Ruthen	Cubikfuß	□Ruthen	Cubikfuß
3450	0.22969	3840	0.25565	4230	0.28162	4620	0.30758
3460	0.23035	3850	0.25632	4240	0.28228	4630	0.30825
3470	0.23102	3860	0.25698	4250	0.28295	4640	0.30891
3480	0.23168	3870	0.25765	4260	0.28361	4650	0.30958
3490	0.23235	3880	0.25831	4270	0.28428	4660	0.31024
3500	0.23302	3890	0.25898	4280	0.28495	4670	0.31091
3510	0.23368	3900	0.25965	4290	0.28561	4680	0.31158
3520	0.23435	3910	0.26031	4300	0.28628	4690	0.31224
3530	0.23501	3920	0.26098	4310	0.28694	4700	0.31291
3540	0.23568	3930	0.26164	4320	0.28761	4710	0.31357
3550	0.23634	3940	0.26231	4330	0.28827	4720	0.31424
3560	0.23701	3950	0.26298	4340	0.28894	4730	0.31490
3570	0.23768	3960	0.26364	4350	0.28961	4740	0.31557
3580	0.23834	3970	0.26431	4360	0.29027	4750	0.31624
3590	0.23901	3980	0.26497	4370	0.29094	4760	0.31690
3600	0.23967	3990	0.26564	4380	0.29160	4770	0 31757
3610	0.24034	4000	0.26630	4390	0.29227	4780	0.31823
3620	0.24101	4010	0.26697	4400	0.29293	4790	0.31890
3630	0.24167	4020	0.26764	4410	0.29360	4800	0.31956
3640	0.24234	4030	0.26830	4420	0.29427	4810	0.32023
3650	0.24300	4040	0.26897	4430	0.29493	4820	0.32090
3660	0.24367	4050	0.26963	4440	0.29560	4830	0.32156
3670	0.24433	4060	0.27030	4450	0.29626	4840	0.32223
3680	0.24500	4070	0.27096	4460	0.29693	4850	0.32289
3690	0.24567	4080	0.27163	4470	0.29759	4860	0.32356
3700	0.24633	4090	0.27230	4480	0.29826	4870	0.32423
3710	0.24700	4100	0.27296	4490	0.29893	4880	0.32489
3720	0.24766	4110	0.27363	4500	0.29959	4890	0.32556
3730	0.24833	4120	0.27429	4510	0.30026	4900	0.32622
3740	0.24899	4130	0 27496	4520	0.30092	4910	0.32689
3750	0.24966	4140	0.27562	4530	0.30159	4920	0.32755
3760	0.25033	4150	0.27629	4540	0.30226	4930	0.32822
3770	0.25099	4160	0.27696	4550	0.30292	4940	0.32889
3780	0.25166	4170	0.27762	4560	0.30359	4950	0.32955
3790	0.25232	4180	0.27829	4570	0.30425	4960	0.33022
3800	0.25299	4190	0.27895	4580	0.30492	4970	0.33088
3810	0.25365	4200	0.27962	4590	0.30558	4980	0.33155
3820	0.25432	4210	0.28028	4600	0.30625	4990	0.33221
3830	0.25499	4220	0.28095	4610	0.30692	5000	0.33288

II.

Die aus einem Drain in Einer Secunde ausfließende Wassermenge, welche als wirkliche anzunehmen ist.

Weite der Röhren	bei 100 Fuß	bei 90 Fuß	bei 80 Fuß	bei 70 Fuß	bei 60 Fuß	bei 50 Fuß	bei 40 Fuß	bei 30 Fuß	bei 25 Fuß	bei 20 Fuß	bei 15 Fuß	bei 10 Fuß	bei 8 Fuß	bei 6 Fuß	bei 5 Fuß	bei 4 Fuß	bei 3 Fuß	bei 2 Fuß	bei 1 Fuß
	Gefälle auf 100 Ruthen.																		
Zoll, Pr.	Cubikfuß	Cubikfuß	Cubikfuß	Cubikfuß	Cubikfuß	Cubikfuß	Cubikfuß	Cubikfuß	Cubikfuß	Cubikfuß	Cubikfuß	Cubikfuß	Cubikfuß	Cubikfuß	Cubikfuß	Cubikfuß	Cubikfuß	Cubikfuß	Cubikfuß
1	0.01436	0.01363	0.01285	0.01202	0.01113	0.01016	0.00908	0.00787	0.00718	0.00642	0.00556	0.00454	0.00406	0.00352	0.00321	0.00287	0.00249	0.00203	0.00144
$1^1/_2$	0.04203	0.03987	0.03759	0.03516	0.03255	0.02972	0.02658	0.02302	0.02101	0.01880	0.01628	0.01329	0.01189	0.01029	0.00940	0.00841	0.00728	0.00594	0.00420
2	0.09192	0.08660	0.08165	0.07637	0.07071	0.06455	0.05773	0.05000	0.04564	0.04082	0.03535	0.02887	0.02582	0.02236	0.02041	0.01821	0.01581	0.01291	0.00913
3	0.26795	0.25420	0.23966	0.22418	0.20755	0.18947	0.16947	0.14676	0.13397	0.11983	0.10378	0.08473	0.07579	0.06563	0.05992	0.05359	0.04641	0.03789	0.02679
4	0.57217	0.54281	0.51176	0.47872	0.44320	0.40458	0.36187	0.31339	0.28608	0.25588	0.22160	0.18094	0.16183	0.14015	0.12794	0.11443	0.09910	0.08092	0.05722
5	1.02667	0.97398	0.91828	0.85897	0.79525	0.72596	0.64932	0.56233	0.51333	0.45914	0.39763	0.32466	0.29039	0.25148	0.22957	0.20533	0.17782	0.14519	0.10267
6	1.65096	1.56624	1.47667	1.38130	1.27883	1.16741	1.04416	0.90427	0.82548	0.73833	0.63942	0.52208	0.46696	0.40440	0.36917	0.33019	0.28596	0.23348	0.16510
7	2.46233	2.33597	2.20237	2.06013	1.90731	1.74113	1.55731	1.34867	1.23116	1.10118	0.95365	0.77866	0.69645	0.60314	0.55059	0.49247	0.42649	0.34823	0.24623
8	3.47634	3.29795	2.10934	2.90852	2.69276	2.45815	2.19863	1.90407	1.73817	1.55467	1.34638	1.09932	0.98326	0.85153	0.77733	0.69527	0.60212	0.49163	0.34763
9	4.70730	4.46575	3.21035	3.93842	3.64627	3.32858	2 97717	2.57830	2.35365	2.10518	1.82314	1.48858	1.33143	1.15305	1.05259	0.94146	0.81533	0.66572	0.47073

III.

Zulässige Länge der 1zölligen Röhren.

Entfernung der Drains	bei 100 Fuß	bei 90 Fuß	bei 80 Fuß	bei 70 Fuß	bei 60 Fuß	bei 50 Fuß	bei 40 Fuß	bei 30 Fuß	bei 25 Fuß	bei 20 Fuß	bei 15 Fuß	bei 10 Fuß	bei 8 Fuß	bei 6 Fuß	bei 5 Fuß	bei 4 Fuß	bei 3 Fuß	bei 2 Fuß	bei 1 Fuß
	Gefälle auf 100 Ruthen.																		
Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen
3	72	68	64½	60	55½	51	45½	39½	36	32	28	23	20½	17½	16	14½	12½	10	7
3½	61½	58½	55	51½	48	43½	39	34	31	27½	24	19½	17½	15	14	12½	10½	8½	6
4	54	51	48	45	42	38	34	29½	27	24	21	17	15½	13	12	11	9½	7½	5½
4½	48	42½	43	40	37	34	30½	26½	24	21½	18½	15	13½	12	10½	9½	8½	7	5
5	43	41	38½	36	33½	30½	27½	23½	21½	19½	16½	13½	12	10½	9½	8½	7½	6	4½
5½	39	37	35	33	30½	27½	25	21½	19½	17½	15	12½	11	9½	9	8	7	5½	4
6	36	34	32½	30	28	25½	23	19½	18	16	14	11½	10	9	8	7	6	5	3½
6½	33	31½	29½	27½	25½	23½	21	18	16½	15	13	10½	9½	8	7½	6½	5½	4½	3½
7	31	29	27½	26	24	22	19½	17	15½	14	12	10	8½	7½	7	6	5½	4½	3
7½	29	27½	25½	24	22½	20½	18	16	14½	13	11	9	8	7	6½	6	5	4	3
8	27	25½	24	22½	21	19	17	15	13½	12	10½	8½	7½	6½	6	5½	4½	3½	2½

IV.

Zulässige Länge der $1\frac{1}{2}$zölligen Röhren.

Entfernung der Drains	bei 100 Fuß	bei 90 Fuß	bei 80 Fuß	bei 70 Fuß	bei 60 Fuß	bei 50 Fuß	bei 40 Fuß	bei 30 Fuß	bei 25 Fuß	bei 20 Fuß	bei 15 Fuß	bei 10 Fuß	bei 8 Fuß	bei 6 Fuß	bei 5 Fuß	bei 4 Fuß	bei 3 Fuß	bei 2 Fuß	bei 1 Fuß
	Gefälle auf 100 Ruthen.																		
Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen
3	210	200	188	176	163	149	133	115	105	94	81	67	60	52	47	42	36	30	21
$3\frac{1}{2}$	180	171	161	151	140	128	114	99	90	81	70	57	51	44	40	36	31	25	18
4	158	150	141	132	122	112	100	86	79	71	61	50	45	39	35	32	27	22	16
$4\frac{1}{2}$	140	133	125	117	109	99	89	77	70	63	54	44	40	34	31	28	24	20	14
5	126	120	113	106	98	89	80	69	63	56	49	40	36	31	28	25	22	18	13
$5\frac{1}{2}$	115	109	103	96	89	81	73	63	57	51	44	36	32	28	26	23	20	16	11
6	105	100	94	88	81	74	67	58	53	47	41	33	30	26	24	21	18	15	11
$6\frac{1}{2}$	97	92	87	81	75	69	61	53	49	43	38	31	27	24	22	19	17	14	10
7	90	86	81	75	70	64	57	49	45	40	35	29	26	22	20	18	16	13	9
$7\frac{1}{2}$	84	80	75	70	65	60	53	46	42	38	33	27	24	21	19	17	15	12	8
8	79	75	71	66	61	56	50	43	39	35	31	25	22	19	18	16	14	11	8

V.

Zulässige Länge der 2zölligen Röhren.

Entfernung der Drains	bei 100 Fuß	bei 90 Fuß	bei 80 Fuß	bei 70 Fuß	bei 60 Fuß	bei 50 Fuß	bei 40 Fuß	bei 30 Fuß	bei 25 Fuß	bei 20 Fuß	bei 15 Fuß	bei 10 Fuß	bei 8 Fuß	bei 6 Fuß	bei 5 Fuß	bei 4 Fuß	bei 3 Fuß	bei 2 Fuß	bei 1 Fuß
	Gefälle auf 100 Ruthen.																		
Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen	Ruthen
3	457	434	407	382	354	323	289	250	229	204	177	145	129	112	102	91	79	65	46
3 1/2	392	372	349	328	303	277	248	215	196	175	152	124	111	96	88	78	68	55	39
4	343	325	305	287	266	242	217	188	171	153	133	108	97	84	77	69	59	48	34
4 1/2	305	289	271	255	236	215	193	167	152	136	118	96	86	75	68	61	53	43	30
5	274	260	244	229	212	194	173	150	137	123	106	87	78	67	61	55	48	39	27
5 1/2	249	237	222	209	193	176	158	137	125	111	95	79	71	61	56	50	43	35	25
6	229	217	204	191	177	162	145	125	114	102	88	72	65	56	51	46	40	32	23
6 1/2	211	200	188	176	163	149	133	116	105	94	82	67	60	52	47	42	37	30	21
7	196	186	174	164	152	139	124	107	98	88	76	62	55	48	44	39	34	28	20
7 1/2	183	173	163	153	142	129	116	100	91	82	71	58	52	45	41	37	32	26	18
8	171	163	153	143	133	121	108	94	86	77	66	54	48	42	38	34	30	24	1

Druck von J. B. Hirschfeld in Leipzig.

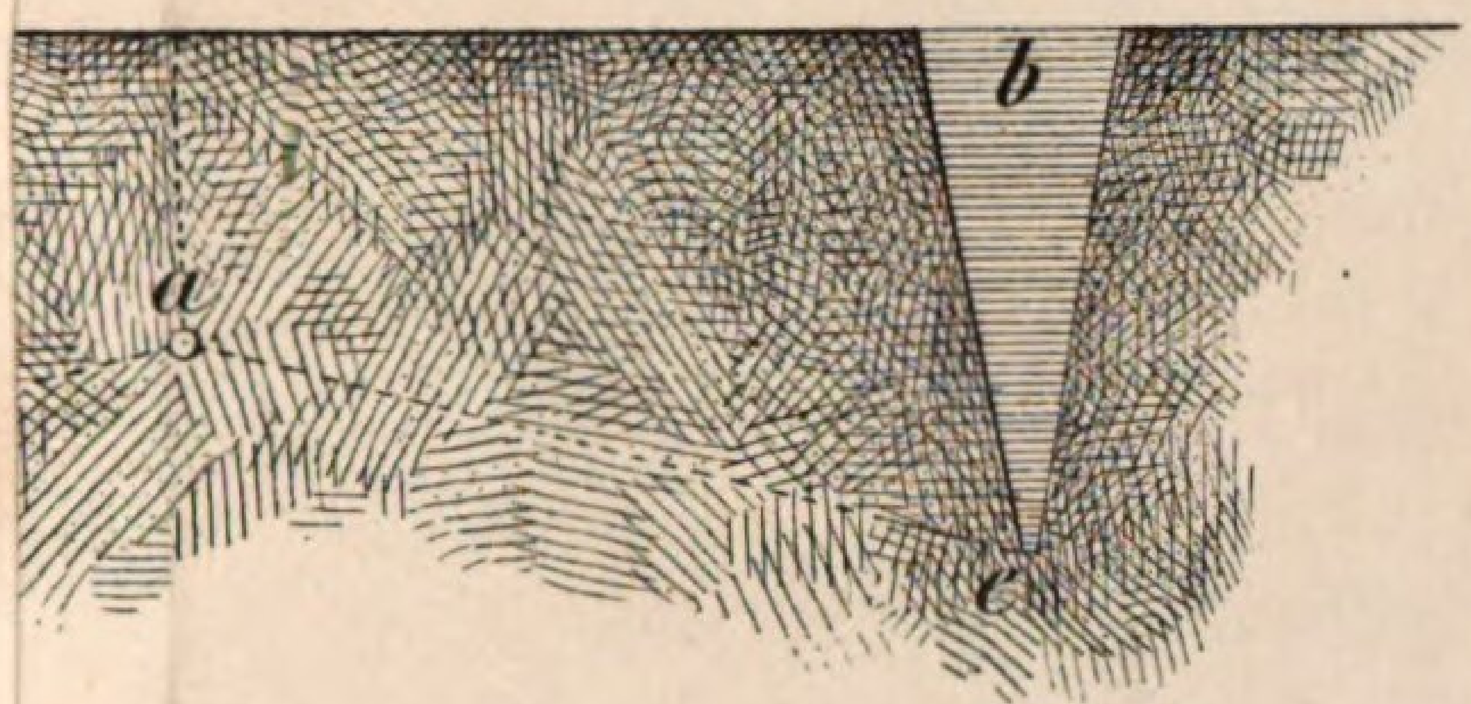


Fig. 4.

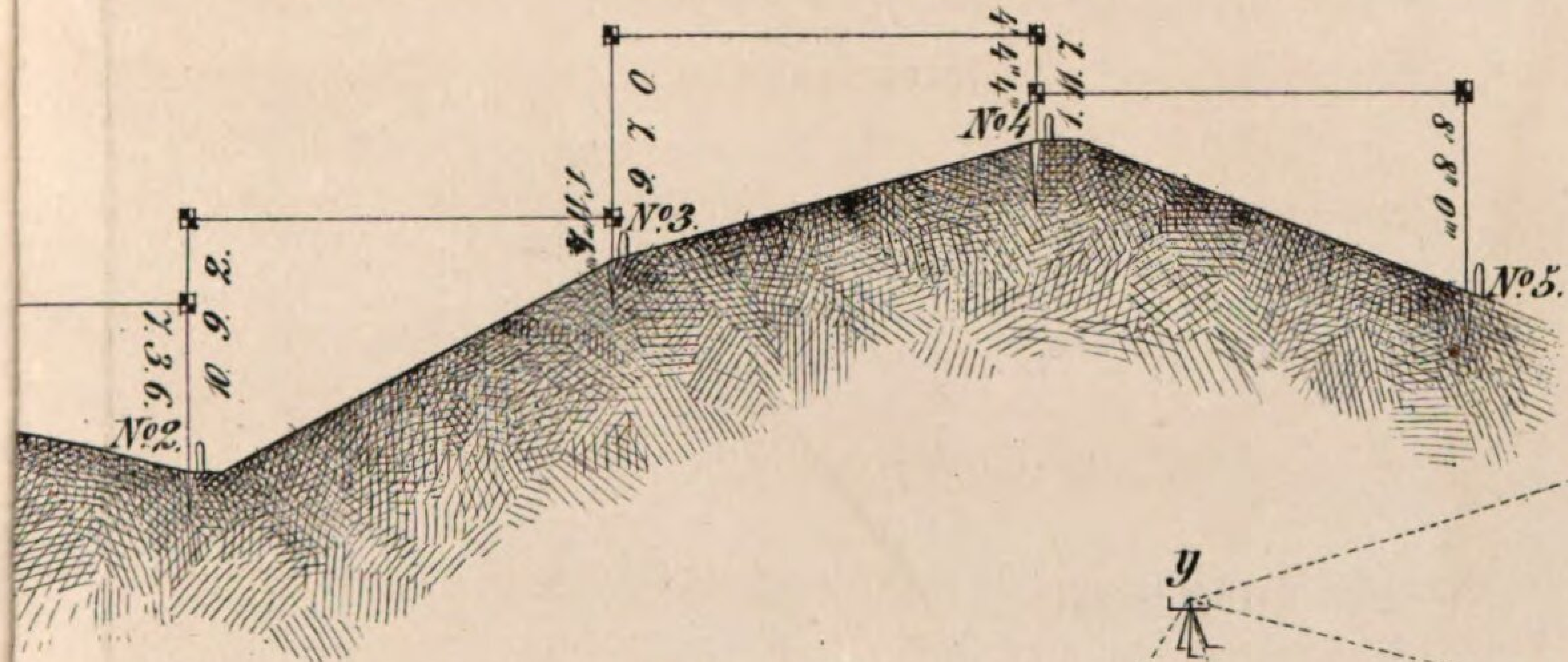
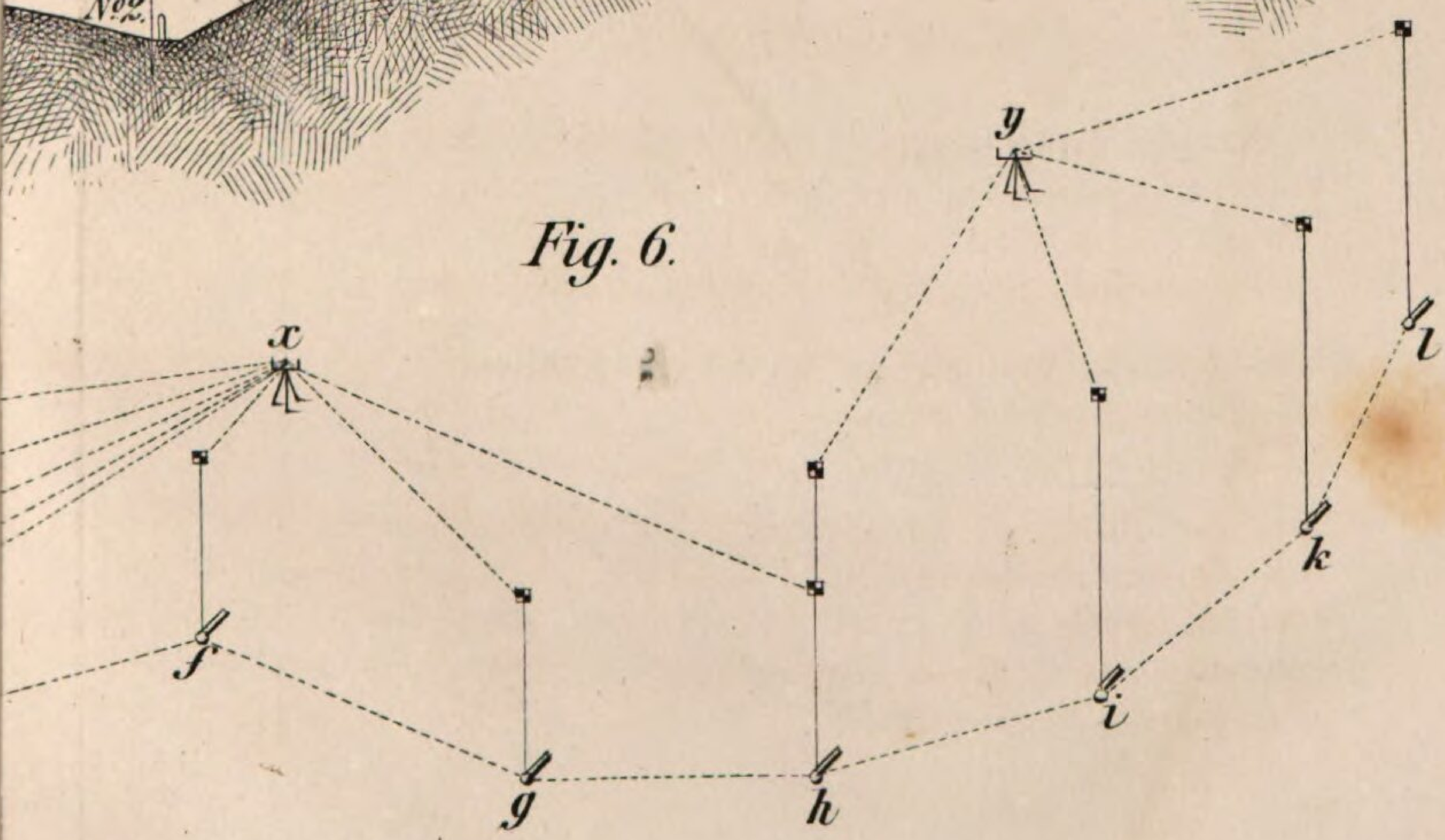


Fig. 6.



Lith. Anst. v. J. G. Bach, Leipzig.

Fig. 5

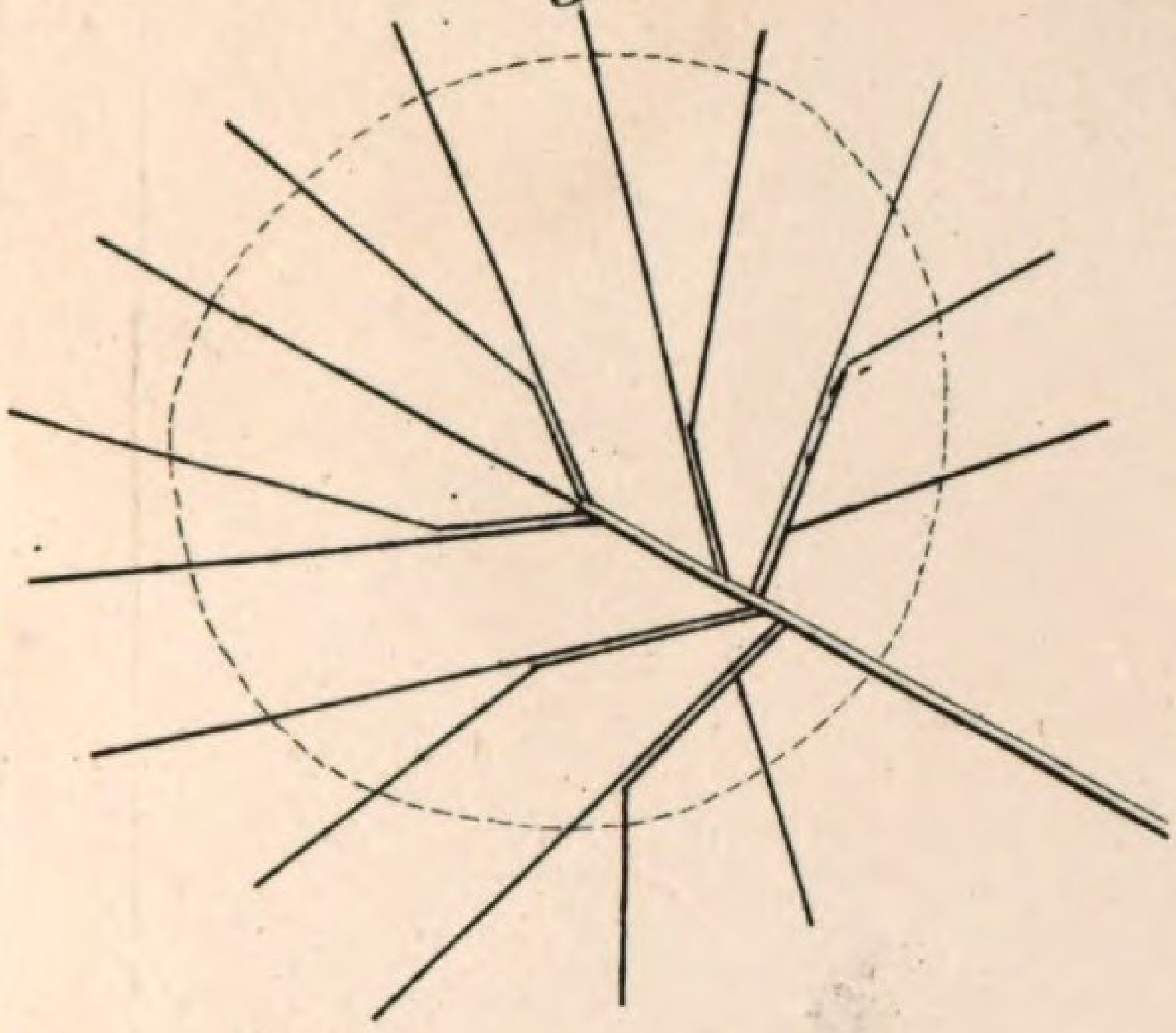


Fig. 6.

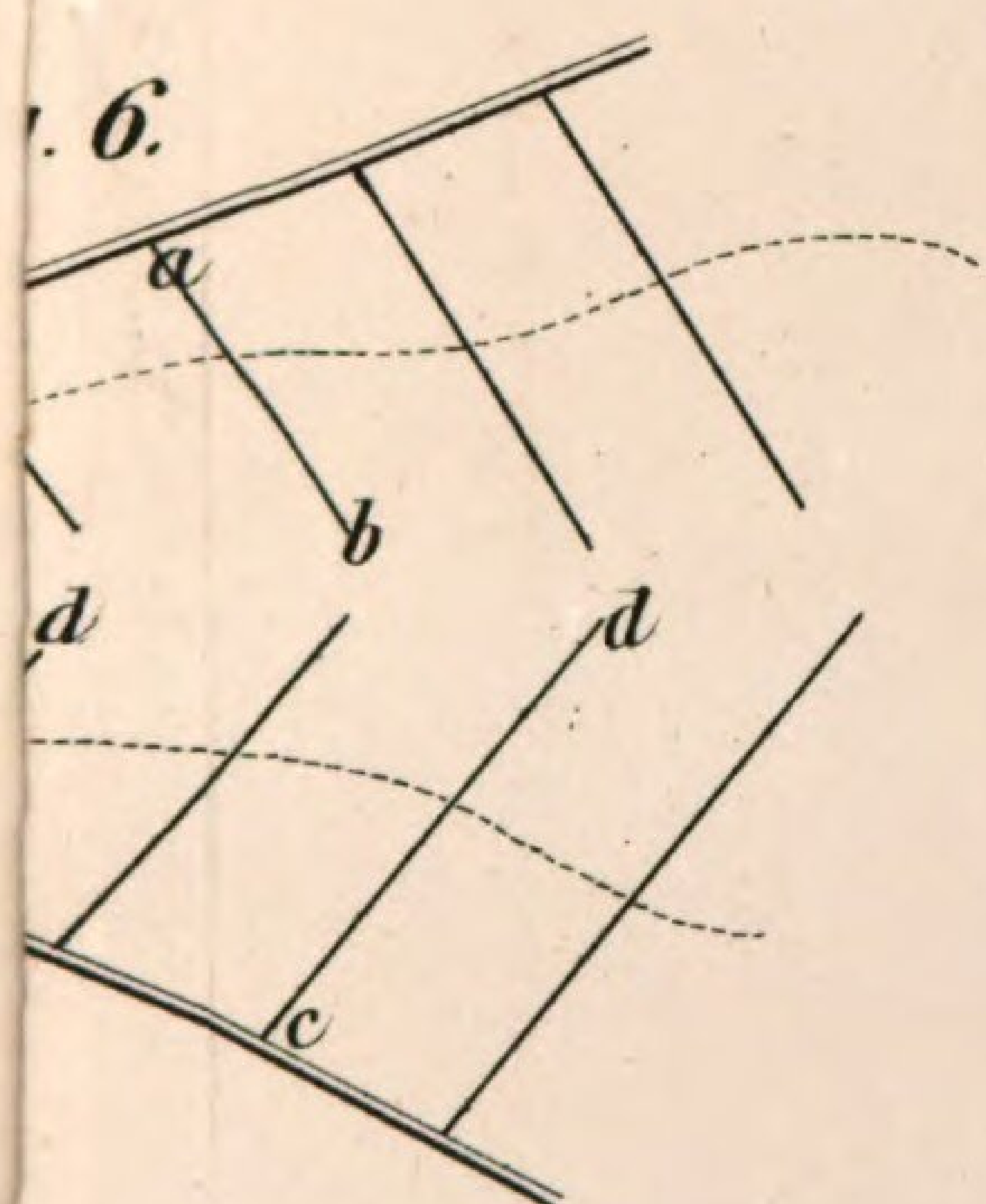


Fig. 7.

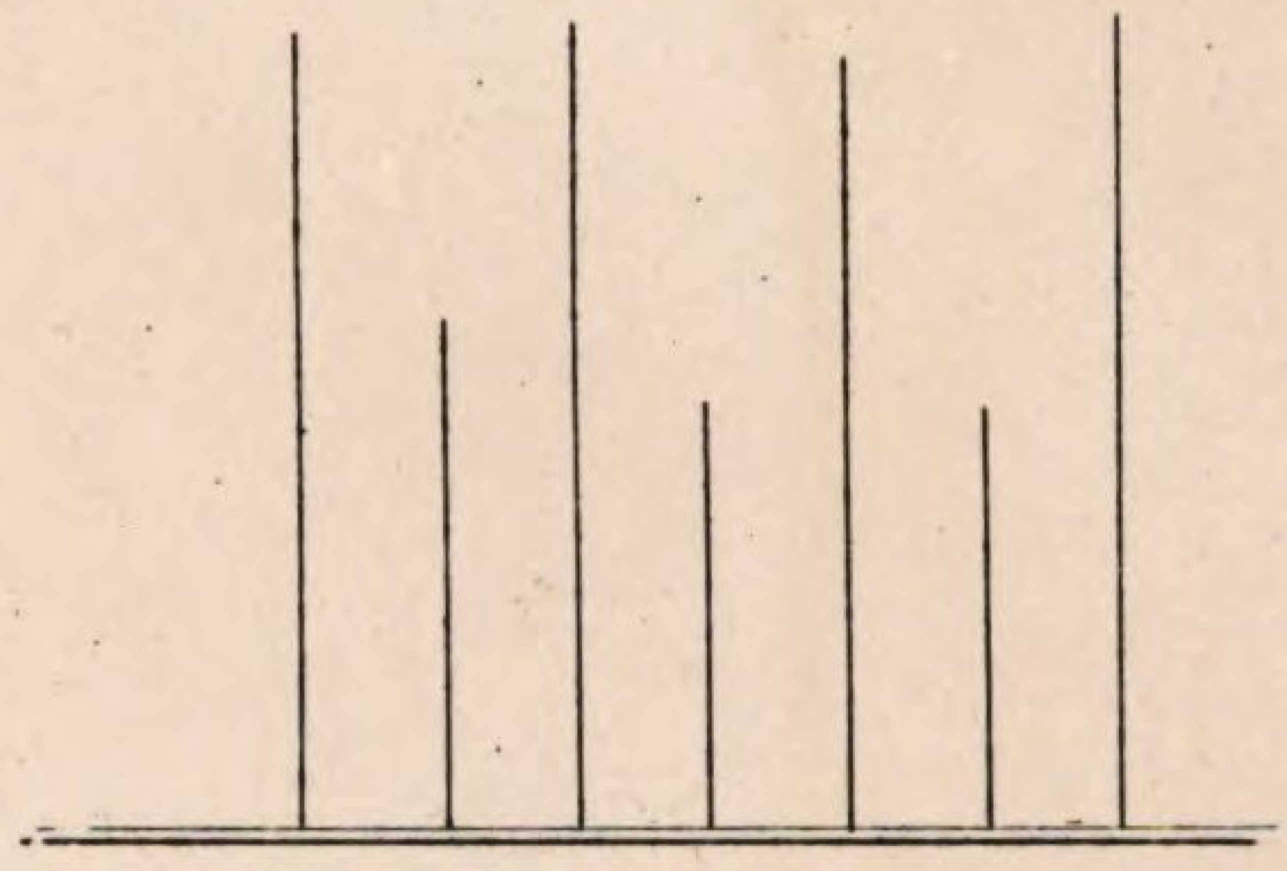


Fig. 8.

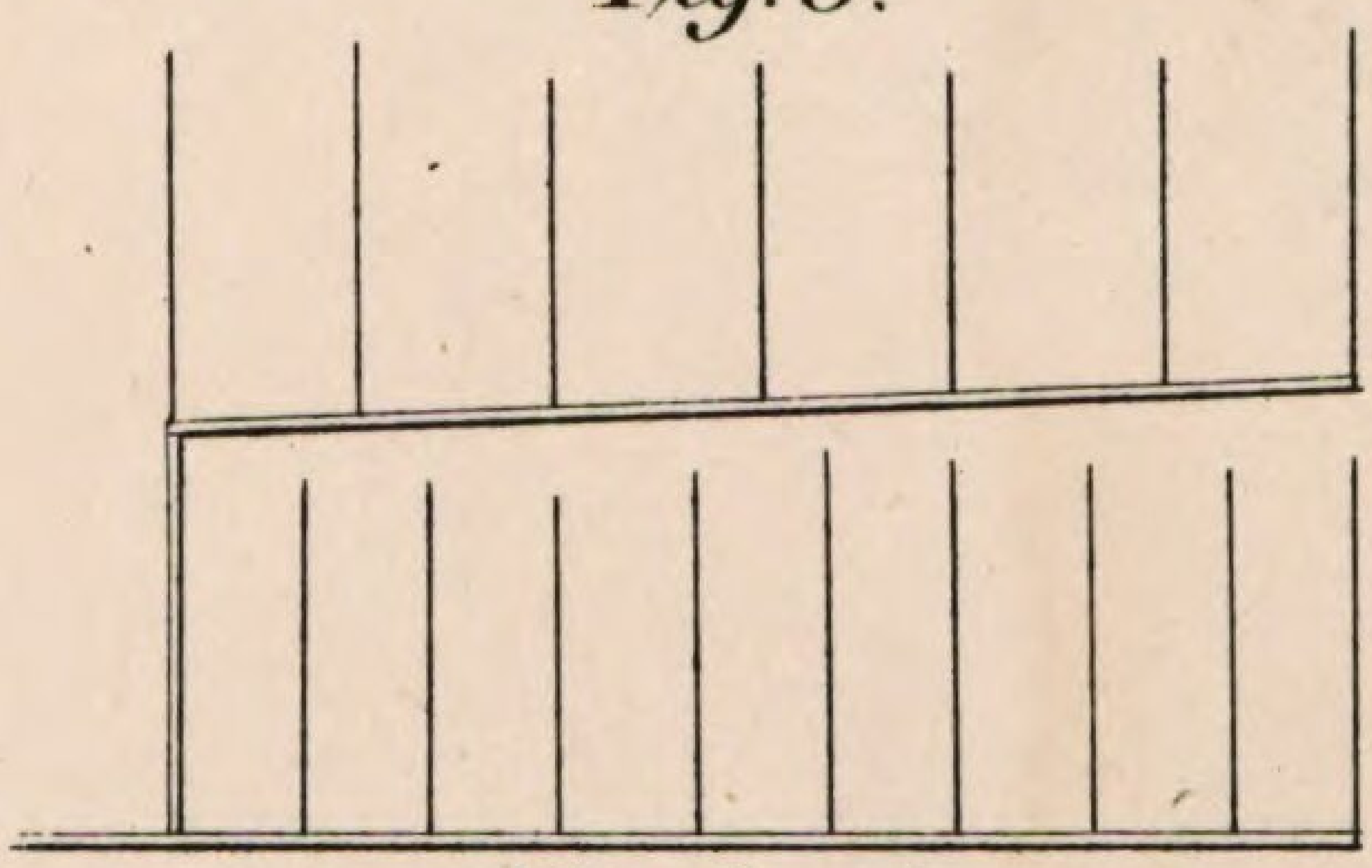


Fig. 9.

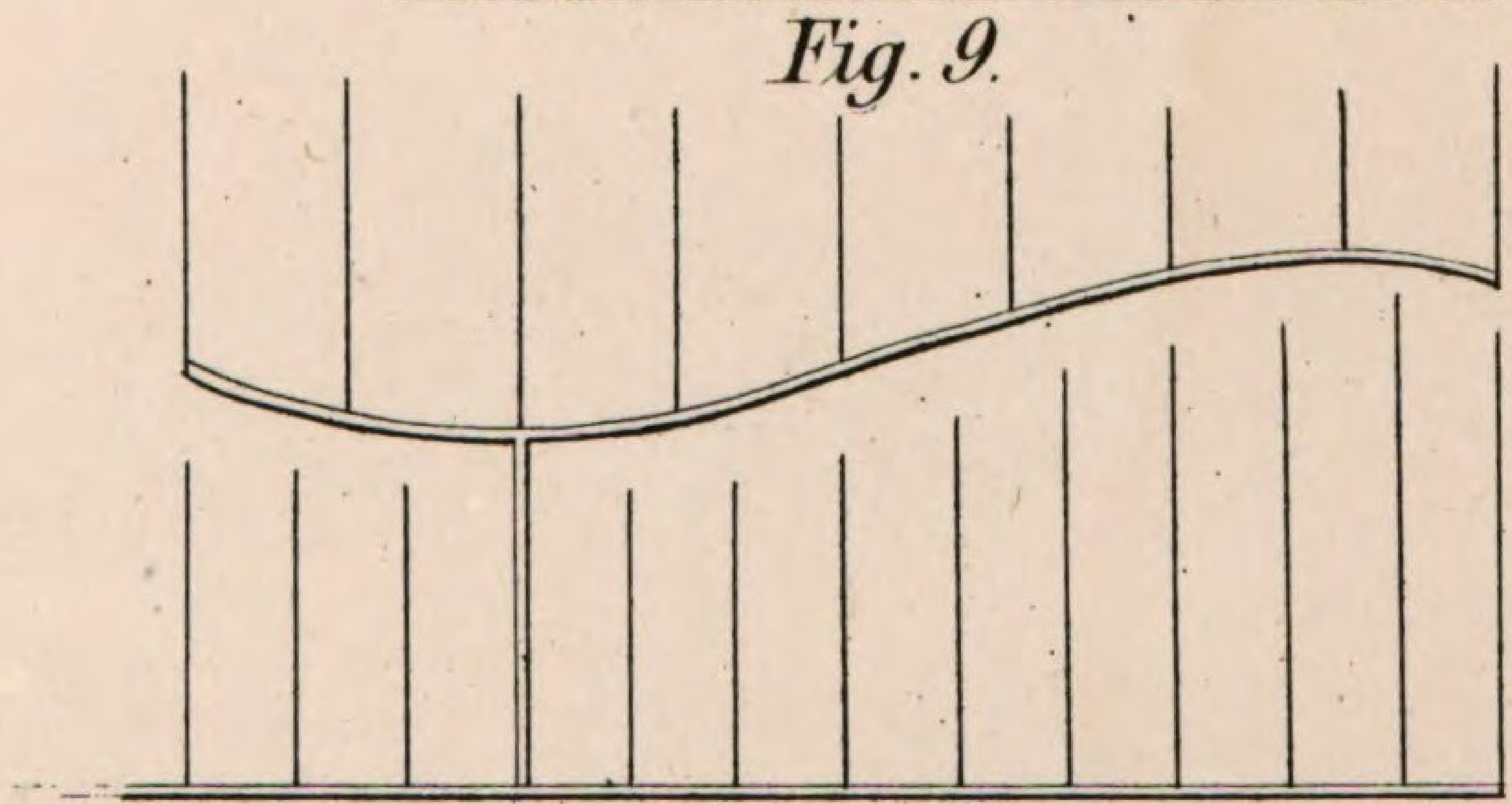
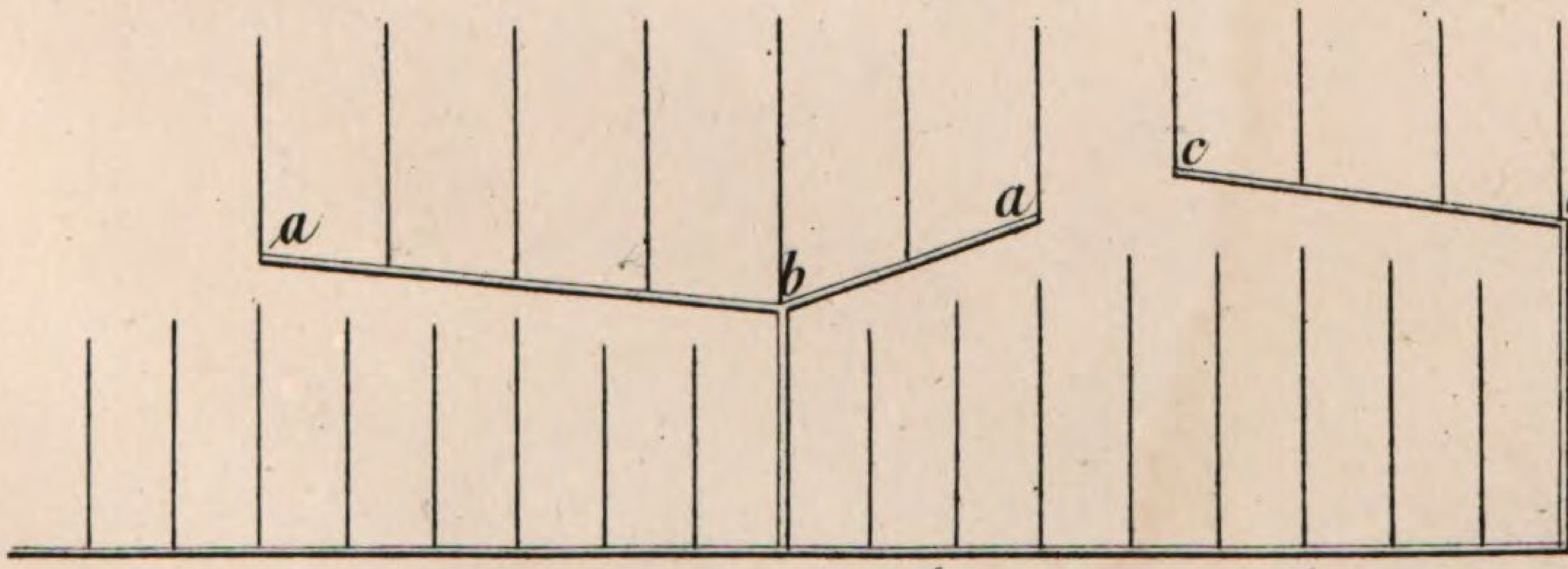
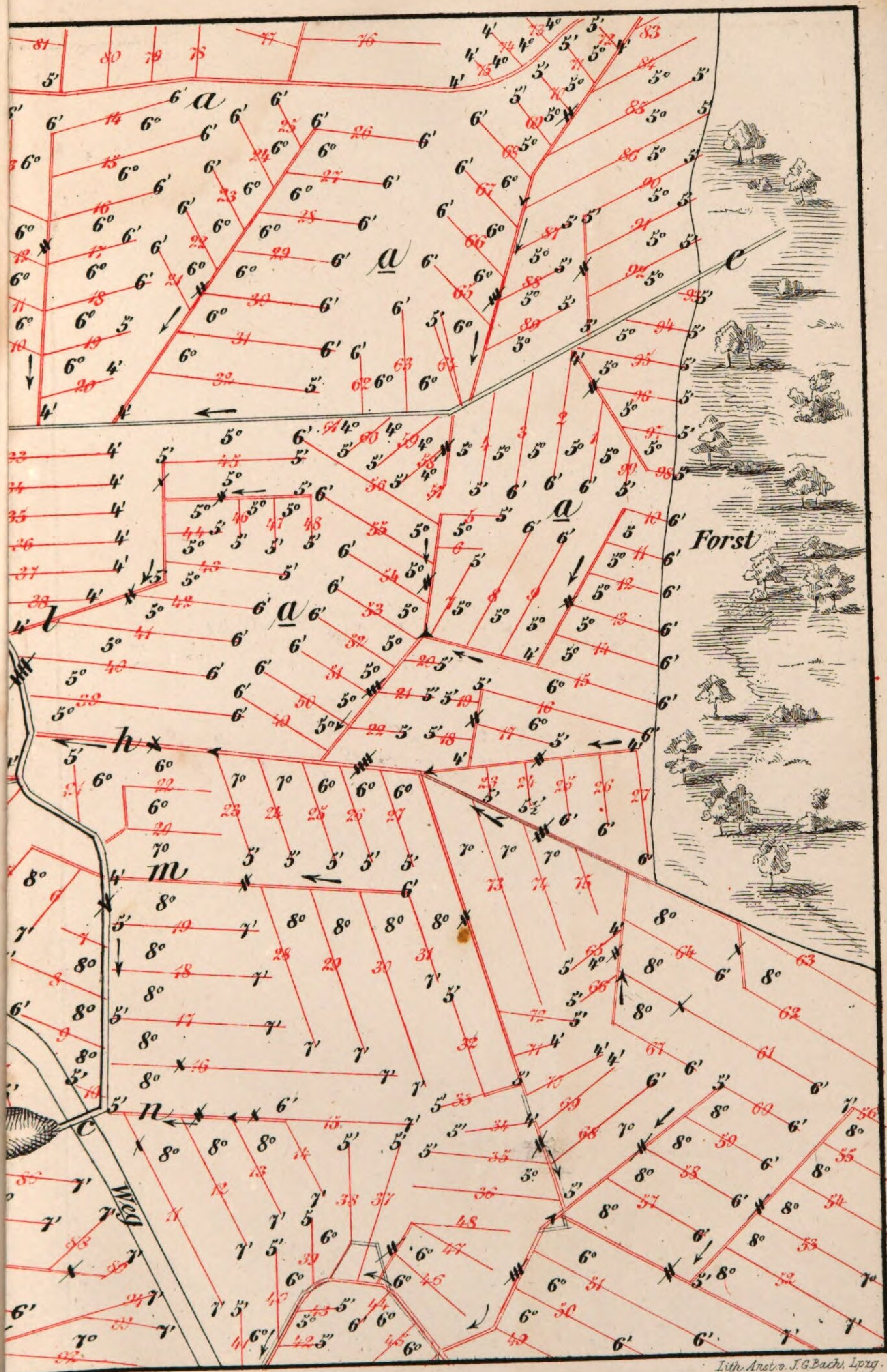


Fig. 10.



Lith. Anst. v. J. G. Bach, Leipzig.



Lith. Anst. v. J. G. Bach, Lpzg.

Fig. 14.

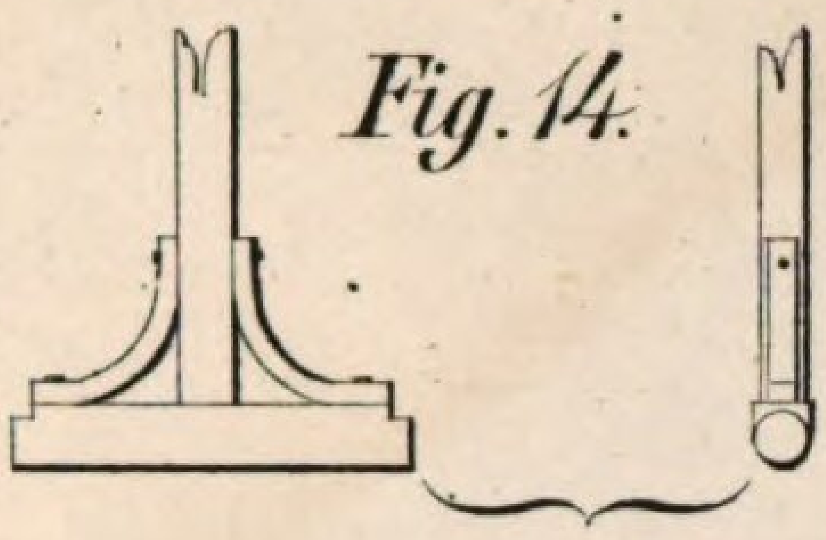


Fig. 12.

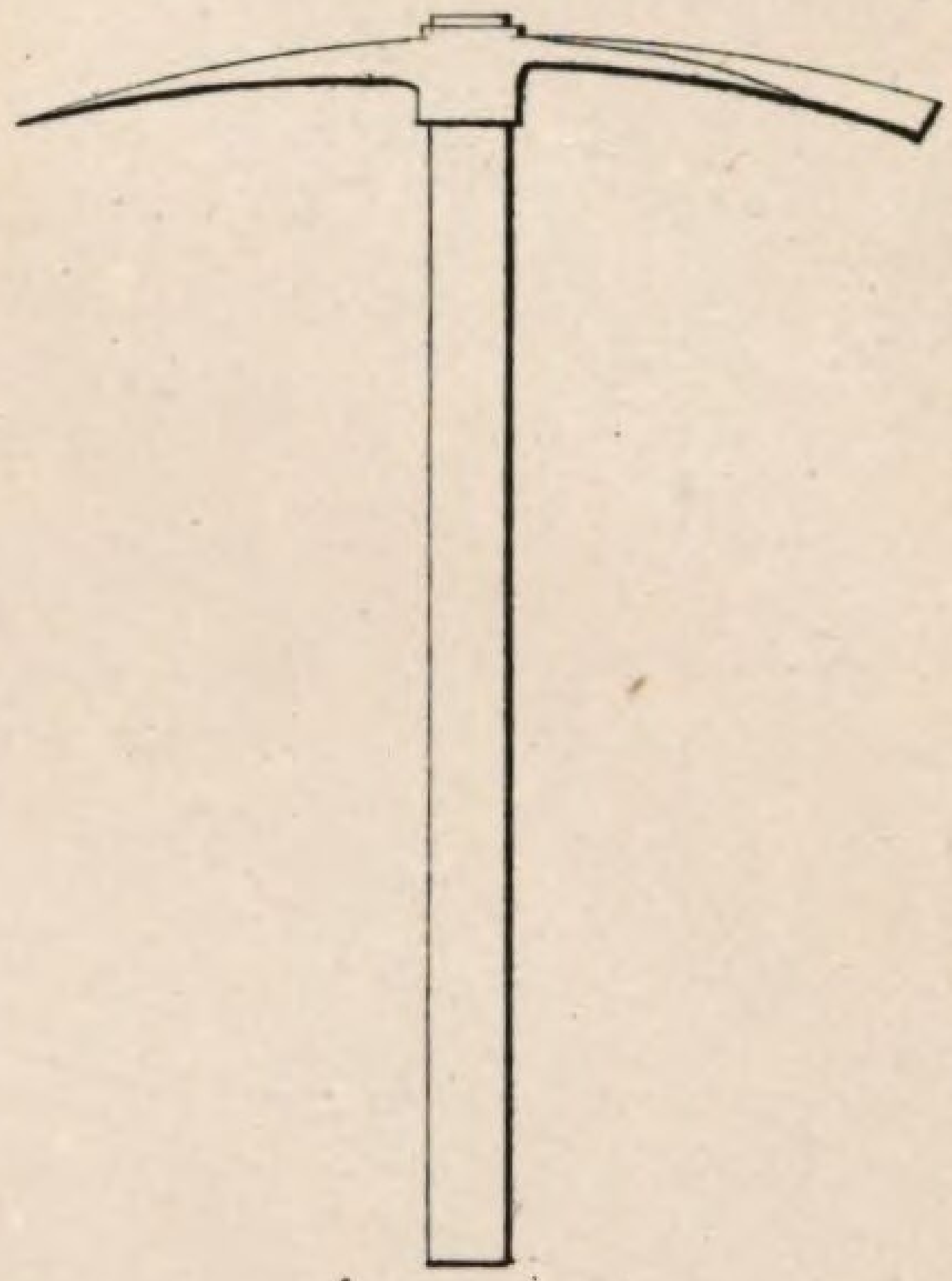


Fig. 10.

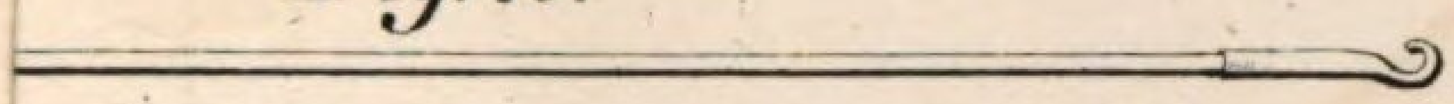
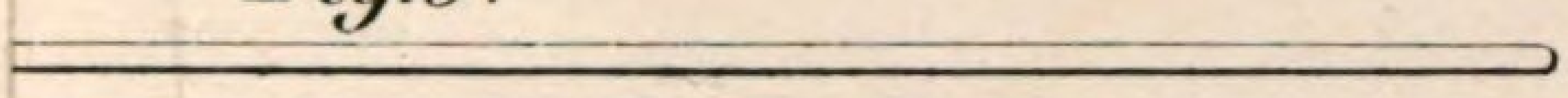


Fig. 9.



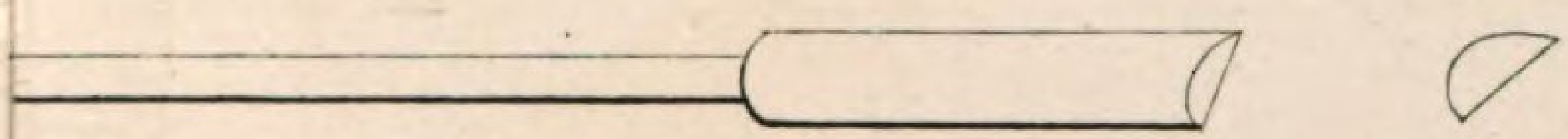


Fig. 19.



Fig. 20.

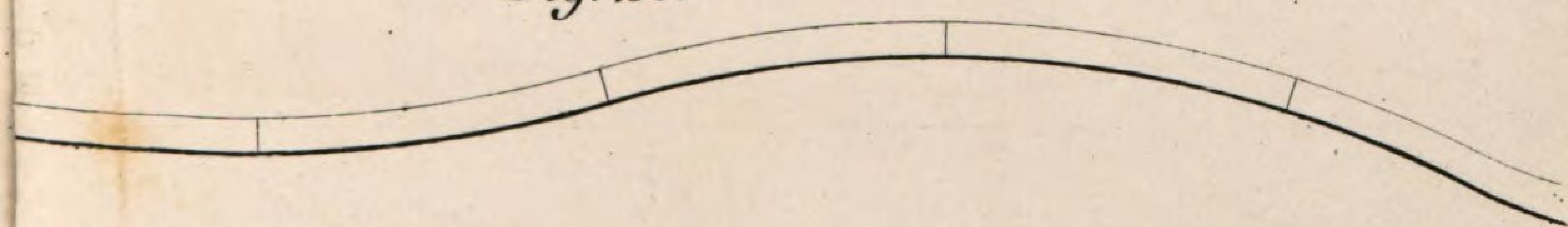


Fig. 27.

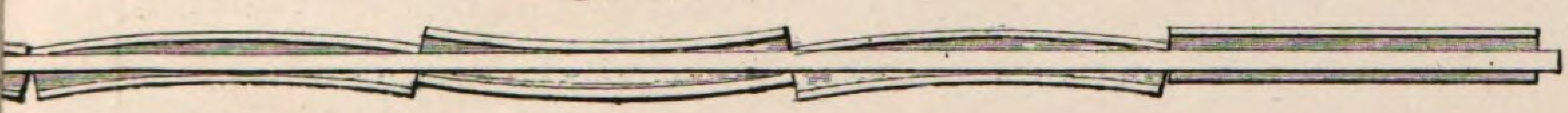


Fig. 26.

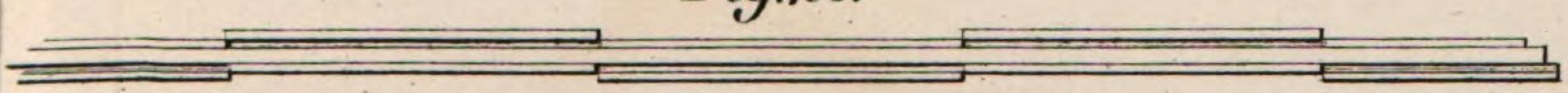


Fig. 25.

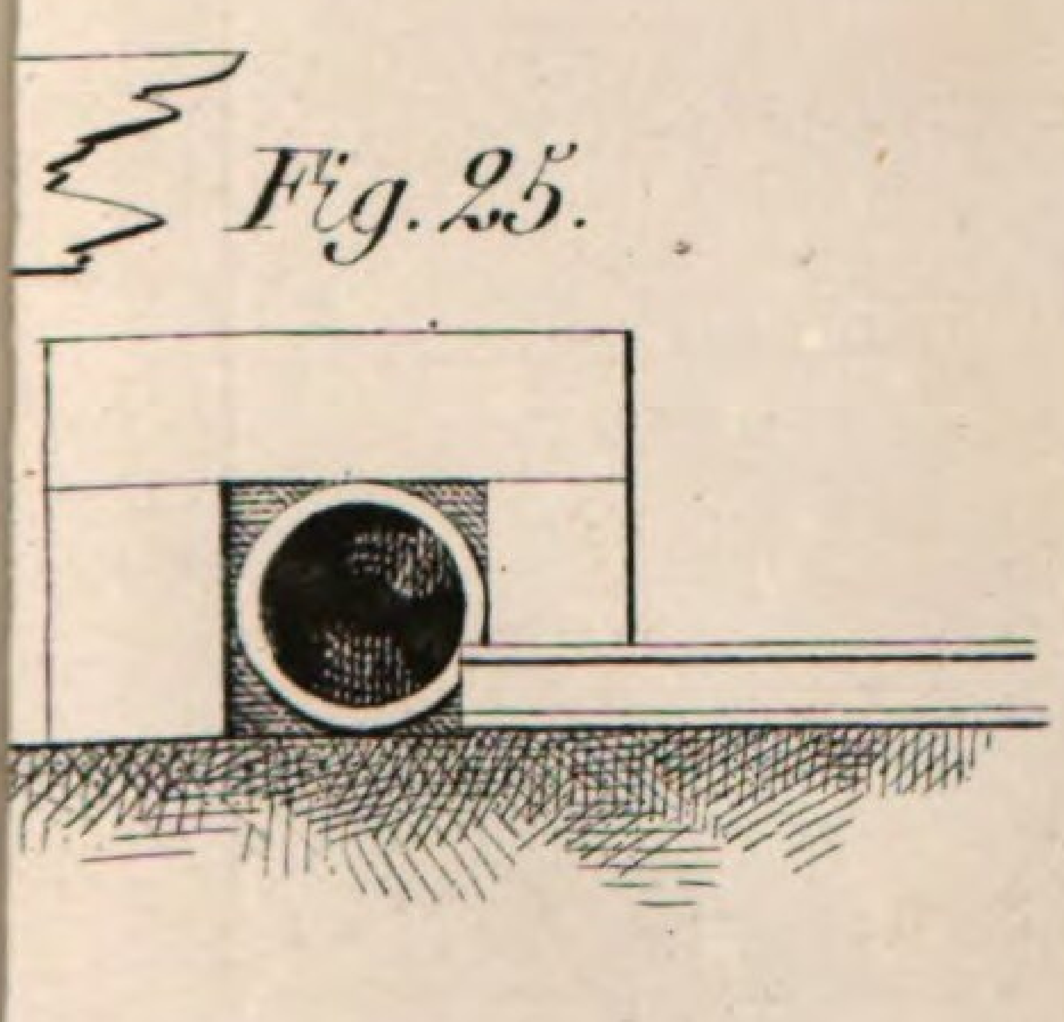
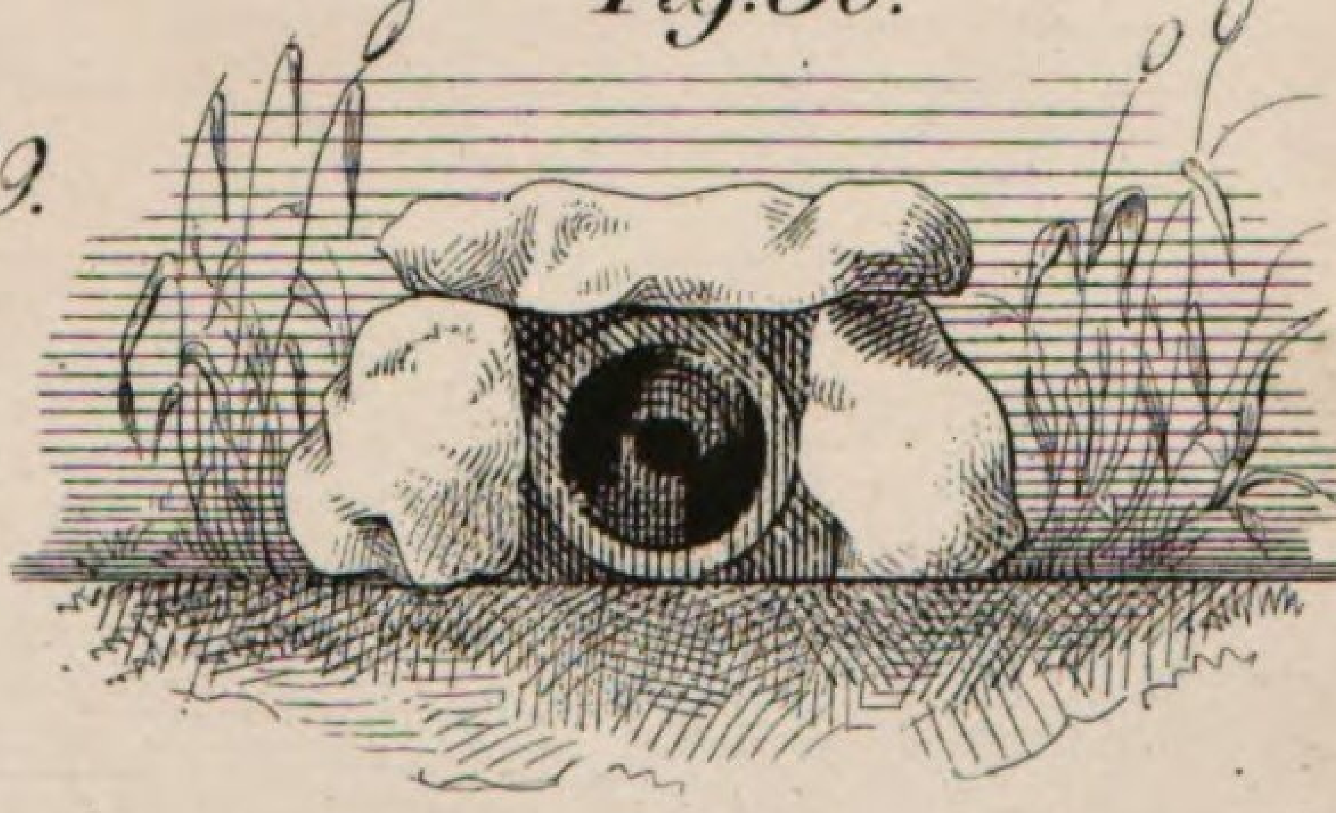


Fig. 29.

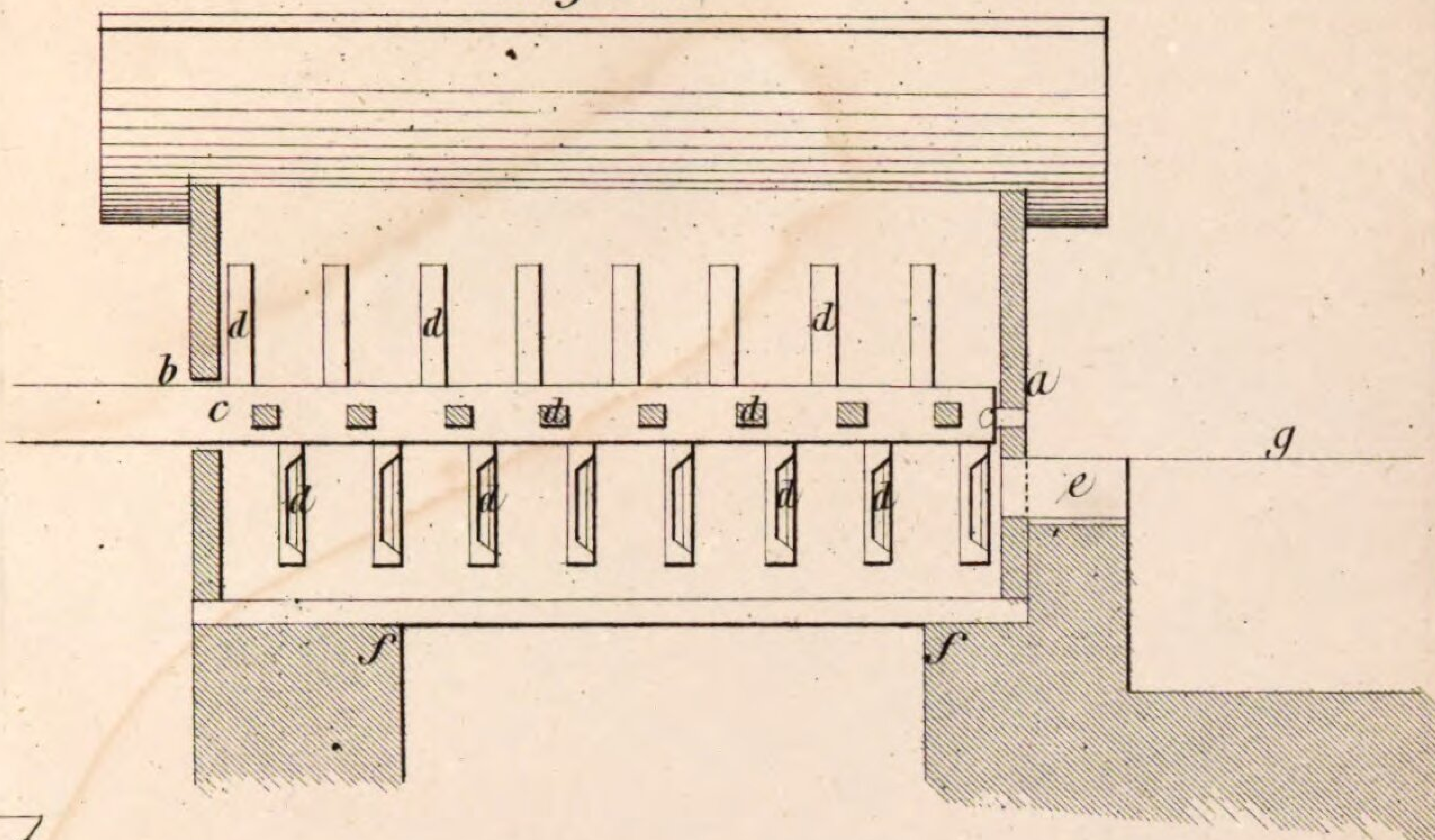


Fig. 30.

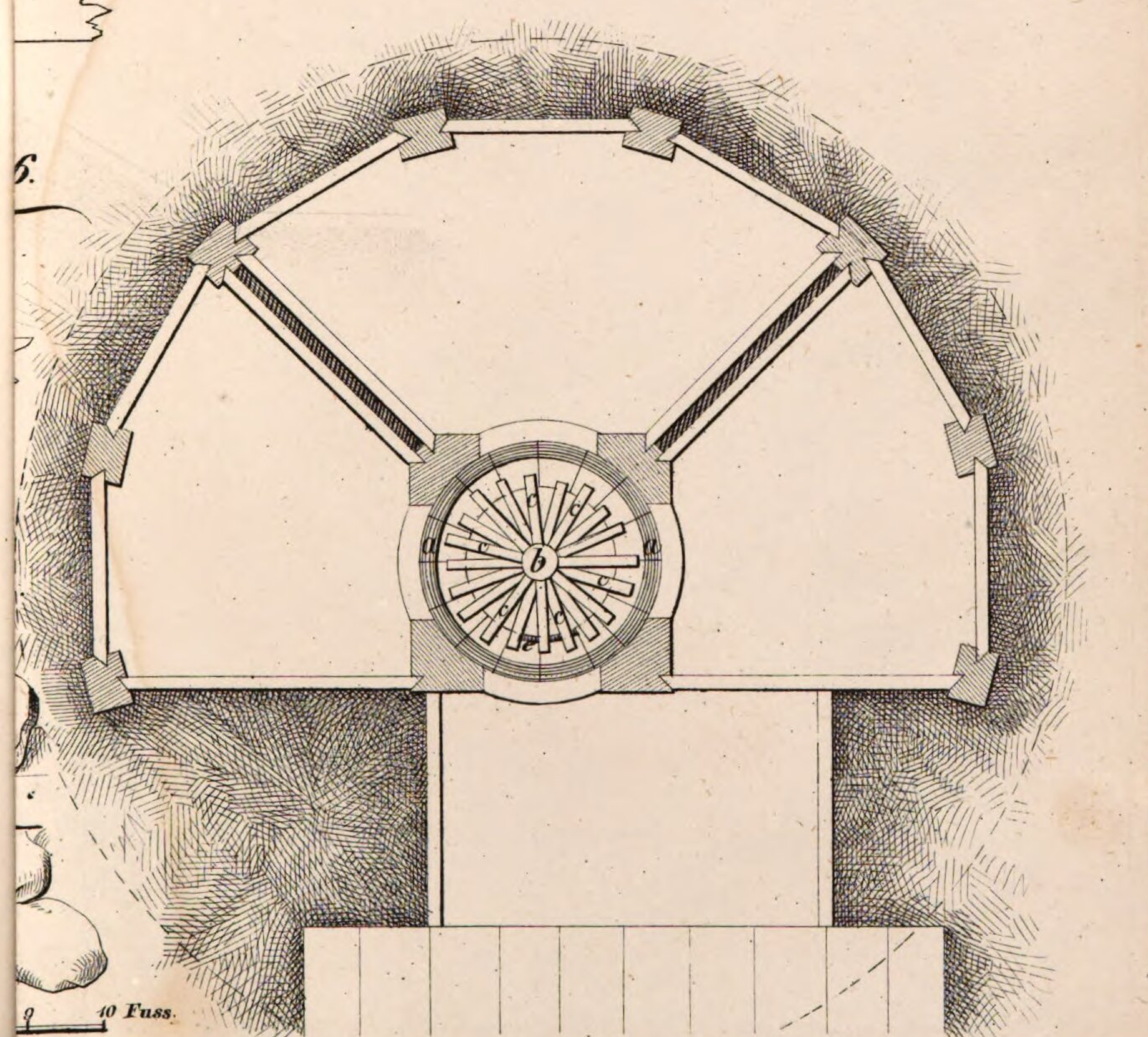


Lith. Anst. v. J. G. Bach, Leipzig.

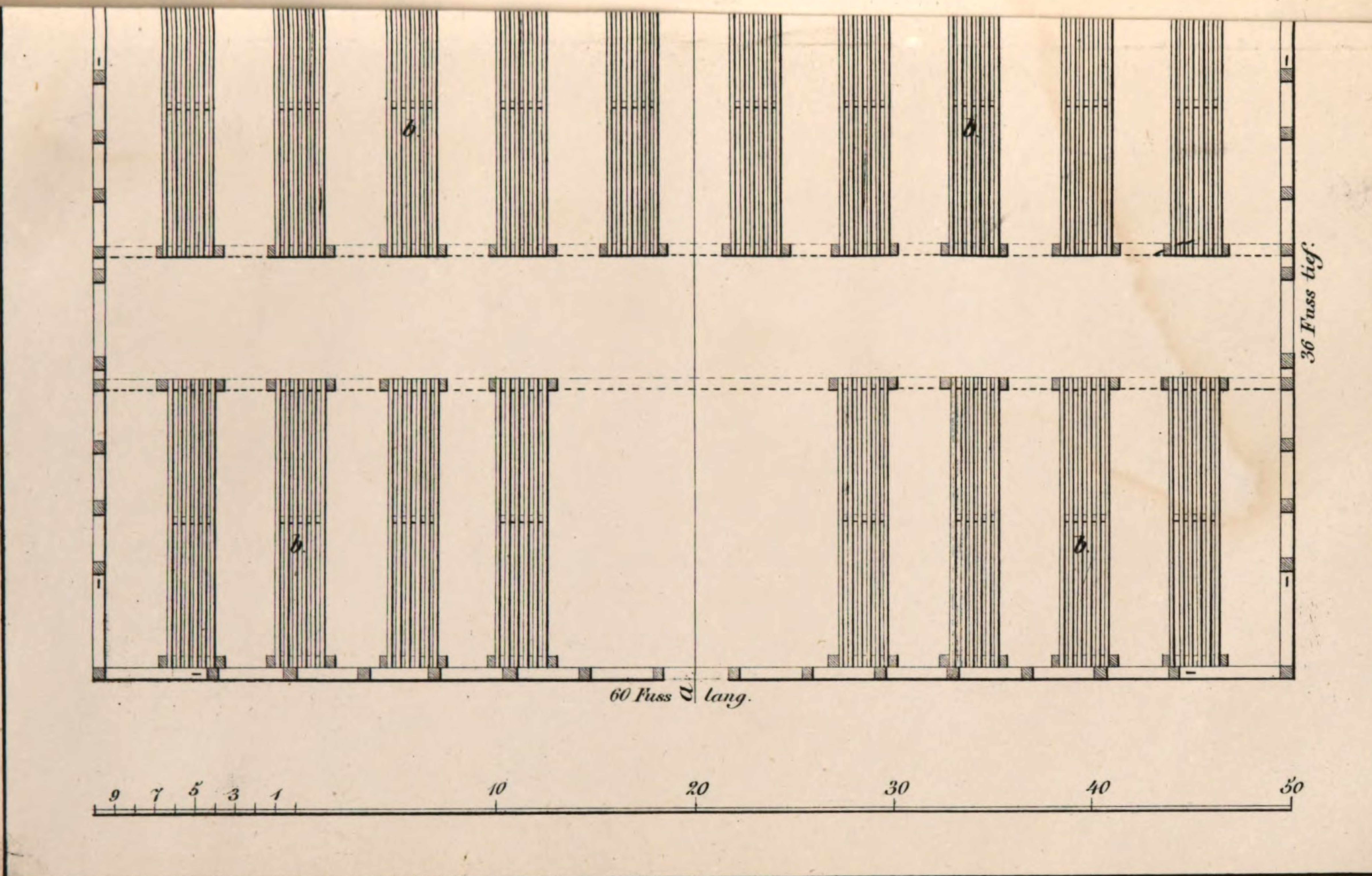
Fig. 5. a.



6.



Lith. Anst. v. J. G. Bach, Leipzig.



Lith. Anst. v. J. G. Bach, Leipzig

Fig. 6.
Längenprofil/a.b.

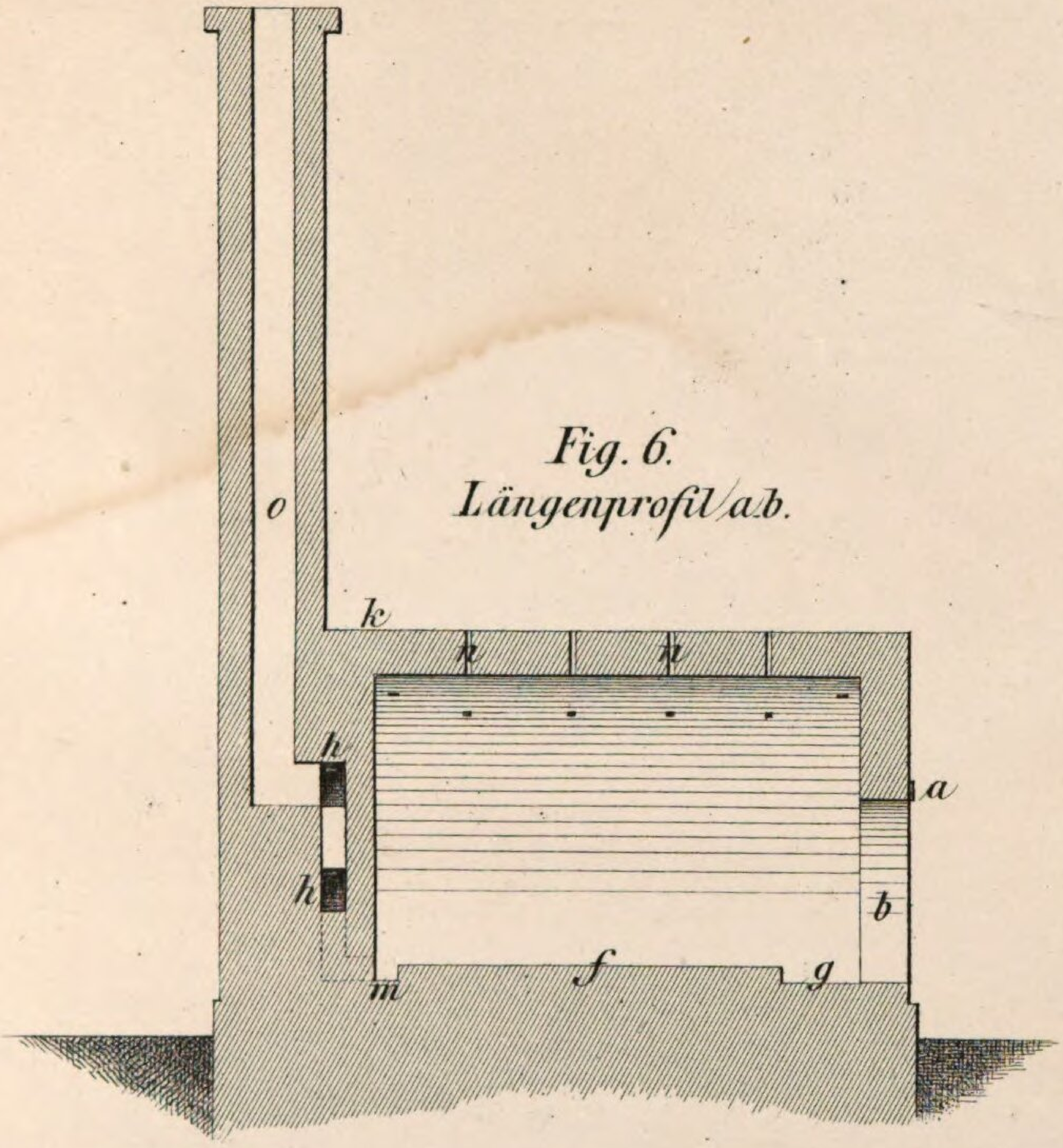
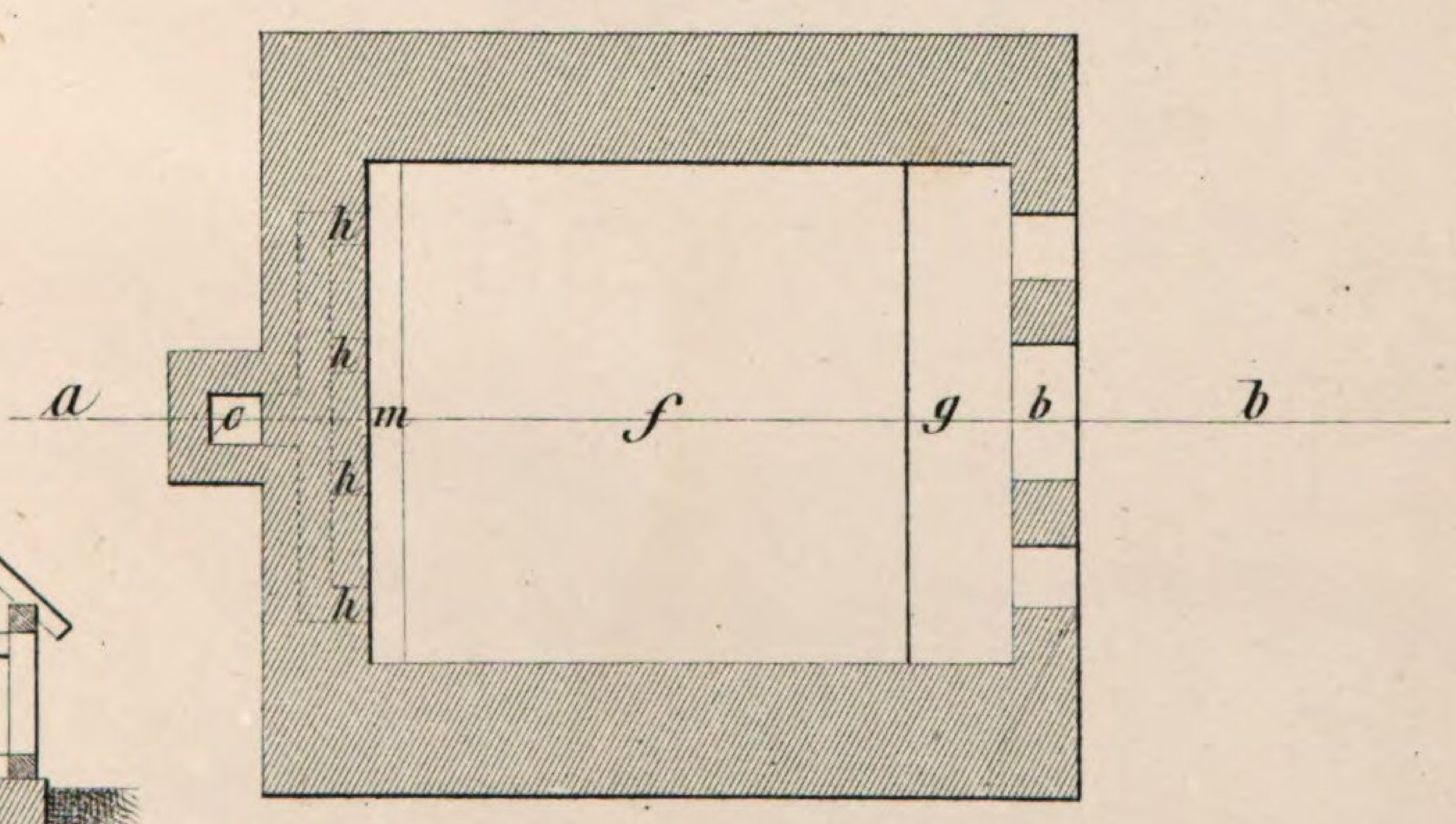
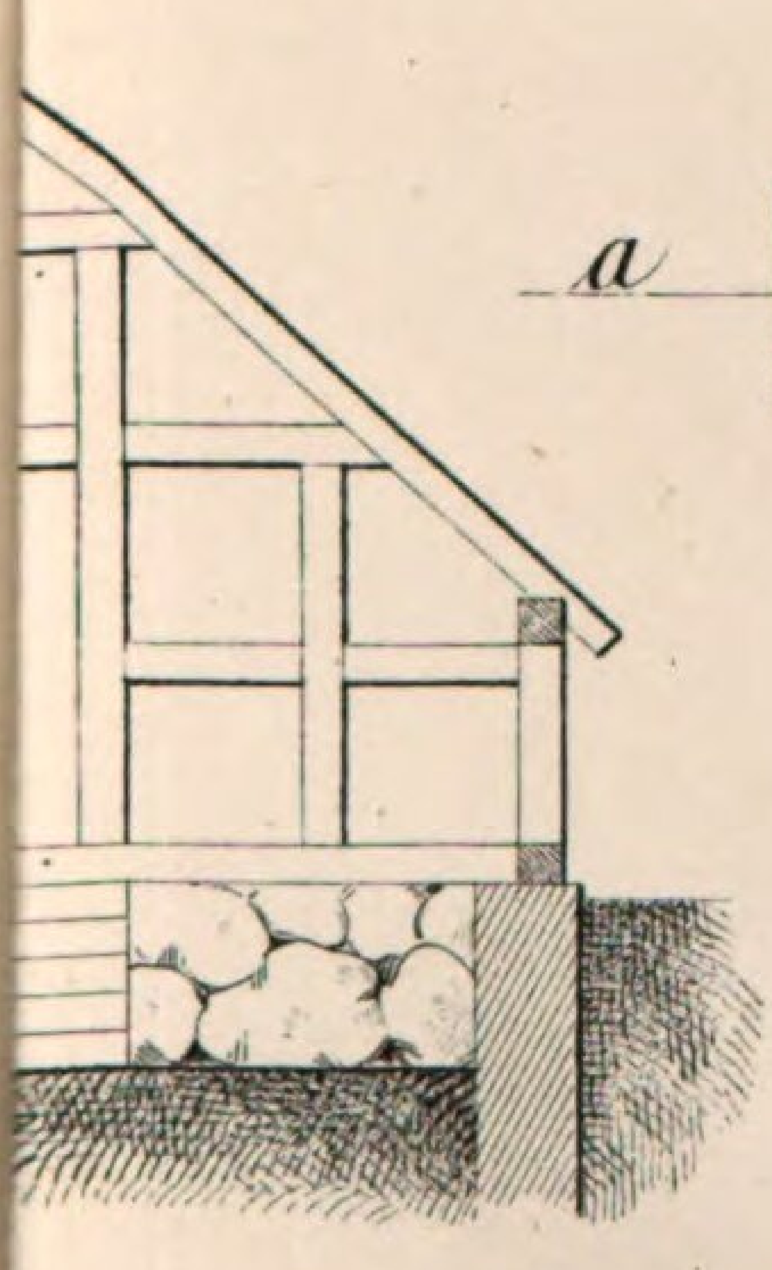


Fig. 4.
Grundriss.





Lith. Anst. v. J. G. Bach, Leipzig.